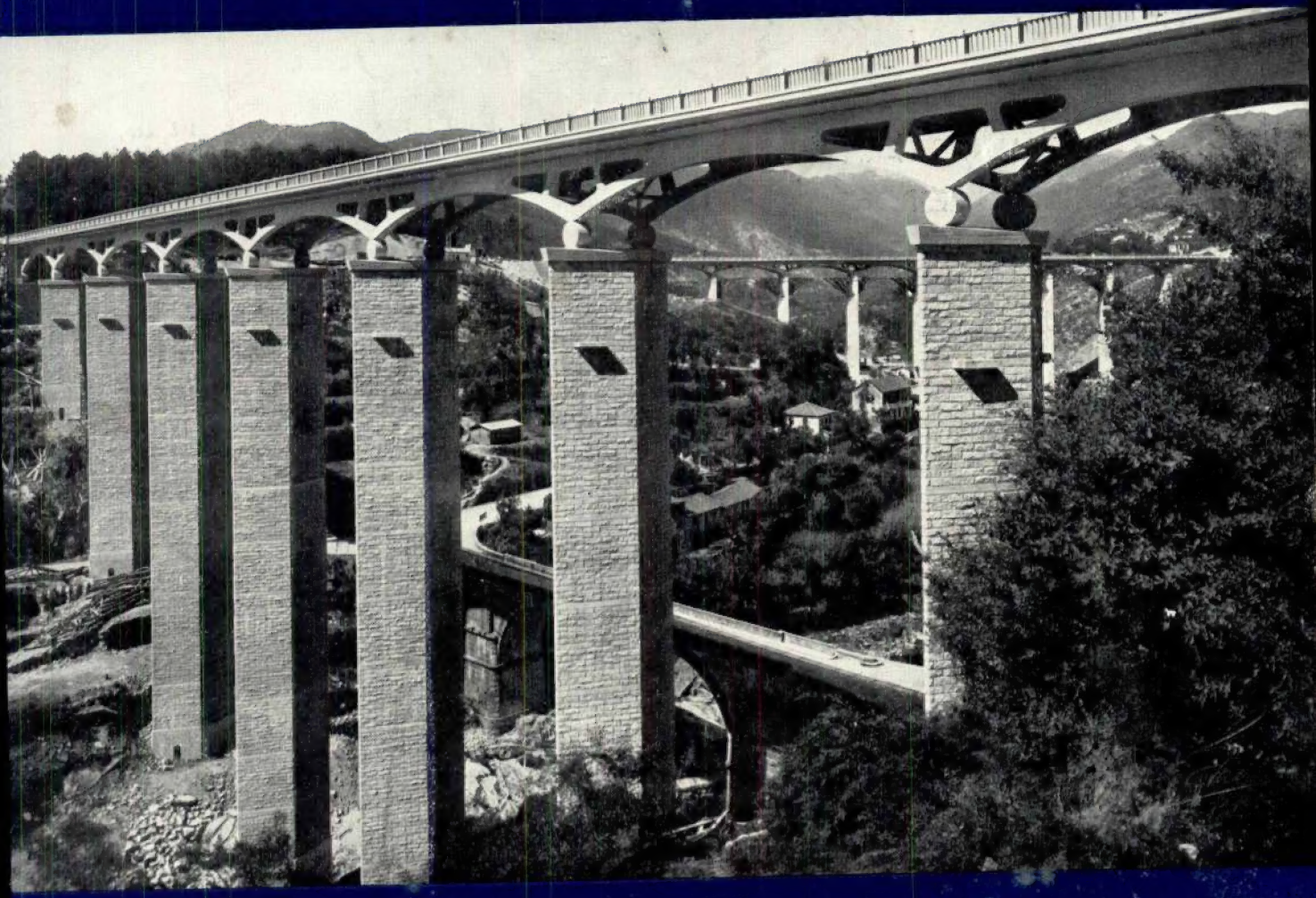
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 245 - OUTUBRO - 1954

CIMENTO SECIL

O CIMENTO PARA OBRAS DE GRANDE RESPONSABILIDADE

4 fornos rotativos — 300.000 toneladas anuais

Fábrica no Outão — Setúbal

Lisboa — Rua do Comércio, 56-3.º

Desde o Distrito de **VIANA DO CASTELO** ao de **LEIRIA** e nos Distritos de **SETÚBAL** e **EVORA** as

FÁBRICAS
CIDADES
VILAS e
ALDEIAS portuguesas

são abastecidas de

ELECTRICIDADE

para

FORÇA MOTRIZ E TODOS OS USOS INDUSTRIAIS, LUZ, ETC., a TARIFAS MUITO VANTAJOSAS e com as **maiores facilidades**,

pela

UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA

e produzidas nas CENTRAIS:

Thérmica do FREIXO	22.000 CV
Hidráulica do LINDOSO..	100.000 CV
Thérmica da CACHOFARRA...	14.000 CV

Os Escritórios da UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA são:

NO PORTO Rua Duque de Loulé, 240
EM LISBOA R. António Maria Cardoso, 13, 2.º

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de todas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia **"CIMENTO TEJO"**

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Ano XXIX - N.º 245 Outubro de 1954

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 77 0144 (Linha 50)

DIRECTOR

FERNANDO MARQUES DE OLIVEIRA

ADMINISTRADORES

VIRGÍLIO CARDOSO IGREJA

JOSÉ DO SACRAMENTO COSTA

CORPO REDACTORIAL

ADELINO JOSÉ SOARES DE MELO

JOÃO PEDRO MOTA E MELO

MANUEL M. FRIAS DE ALMEIDA E SÁ

VÍRGÍLIO LOPES CABRITA

*

NUMERO AVULSO 12$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	32$50	50$00	95$00
Colónias Portuguesas e Estrangeiro	—	55$00	100$00

*

EDITOR E PROPRIETÁRIO

ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

*

COMPOSTO E IMPRESSO

NA

Tip. JORGE FERNANDES, L.DA

RUA CRUZ DOS POIAIS, 103

LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Ponte sobre o rio Cávado, na albufeira da Caniçada.

Págs.

Estudo e realização
Pelo Eng.º Quím.-Ind. Luís A. de Almeida Alves 1

Planejamento da indústria da energia eléctrica, visando atender ao planejamento coordenado das demais actividades económicas
Pelo Eng.º Elect. (I. S. T.) Paulo de Barros 5

Ponte sobre o rio Cávado, na albufeira da Caniçada 16

Fornos trifásicos, de arcos indirectos
Pelo Eng.º Dipl. (I. S. T.) Vítor Pinto Pinheiro 17

Correlação entre os princípios da Termodinâmica e a Dinâmica dos Fluidos
Pelo Eng.º Quím. (I. S. T.) António Sales Luís 23

Vida Escolar e Associativa — Pontos de Exame 32

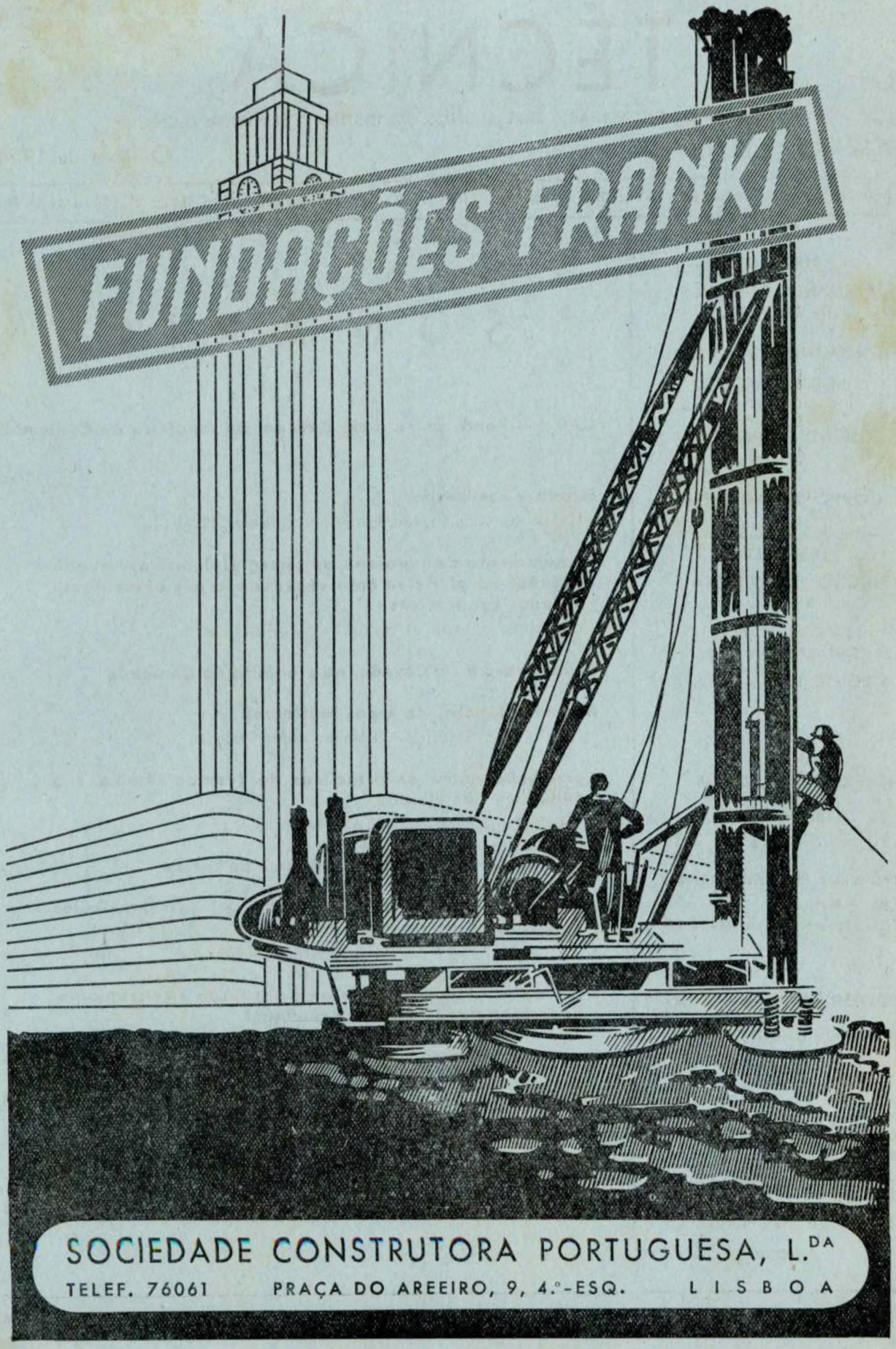
O método de relaxação — Sua aplicação aos reticulados contínuos — Nota complementar
Pelo Eng.º Civil (U. P.) João Araújo Sobreira 33

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e consumo de energia na rede eléctrica nacional** 38

Do Mundo Técnico 40

Biblioteca 48

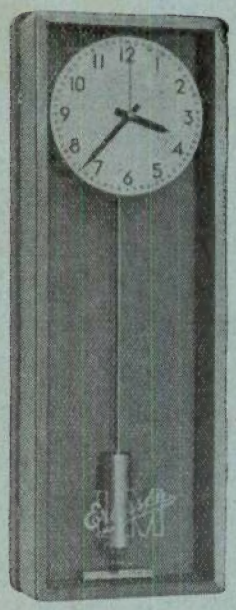
OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SAO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES


FUNDAÇÕES FRANKI
SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA, L.DA
TELEF. 76061
PRAÇA DO AREEIRO, 9, 4.º-ESQ.
LISBOA

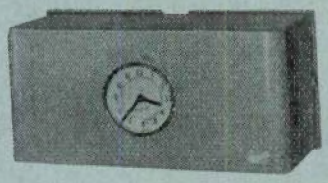
PENSE em Ericsson

quando a hora certa é um problema!

Nos Escritórios, Fábricas, Colégios, Quartéis, Estações de Embarque de Passageiros, Casas de Saúde, Repartições Públicas, o SISTEMA ERICSSON auto-regulado resolve o problema da hora certa e uniforme.



- **Relógio MESTRE Ericsson.**
- **Relógios Ericsson para contrôle de ponto.**
- **Relógios secundários Ericsson.**
- **Dispositivo para programas de sinalização.**



Outros produtos Ericsson:

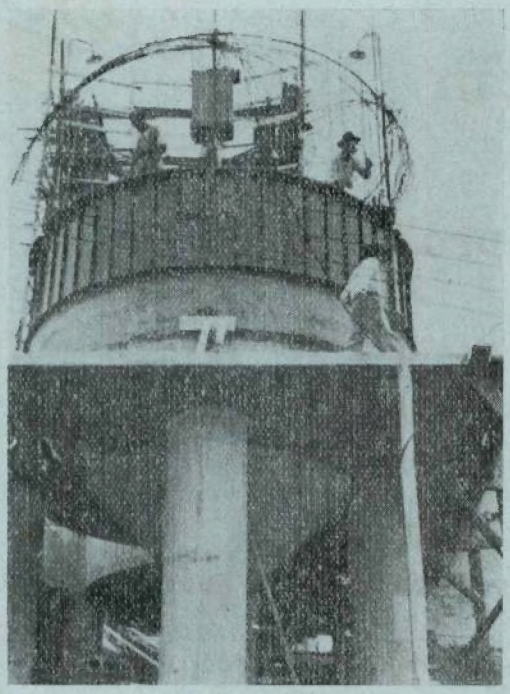
- Sistemas telefónicos de todos os tipos
- Sistemas de telesinalização
- Sistemas de radiocomunicações e sonorização
- Diversa aparelhagem telefónica e eléctrica

SOCIEDADE ERICSSON DE PORTUGAL, L.DA

RUA FILIPE FOLQUE, 7, 1.°

LISBOA

Telefone (P P C - 2 linhas) — 57193 • Telegramas: ERICSSON



Silo no Redondo
para o Ex.mo Sr. José Martins da Silva

Execução das células com moldes deslizantes
sistema «Prometo»

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, L.DA

Praça do Município, 13, 3.º — LISBOA — Telefone 2 2344

FUNDAÇÕES

BETÃO ARMADO

OBRAS PÚBLICAS

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

CIBRA

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 2 0464 — Lisboa

No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º — PORTO

Agentes em todo o País

Uma cobertura económica e simples com

«RAVAR»

Telas betuminosas especiais

«CHALLANGE»

Os produtos da actualidade. Telas e betuminosos para todos os casos de Impermeabilidade da construção civil

30 anos ao v/ serviço — Orçamentos gratis

V. T. MARTINS

RUA DA PRATA, 59-3.º Esq. — LISBOA

Telef. 2 3690 — 2 5721

SEDA DE VIDRO
E
LÃ DE VIDRO

Produtos para isolamentos, cordão, mantas, filtros, etc. Multiplas aplicações na indústria e construção civil são oferecidas pela

«EVINEL»

aos Ex.mos Srs.

ARQUITETOS
ENGENHEIROS
INDUSTRIAIS
e
CONSTRUTORES

Referências técnicas:

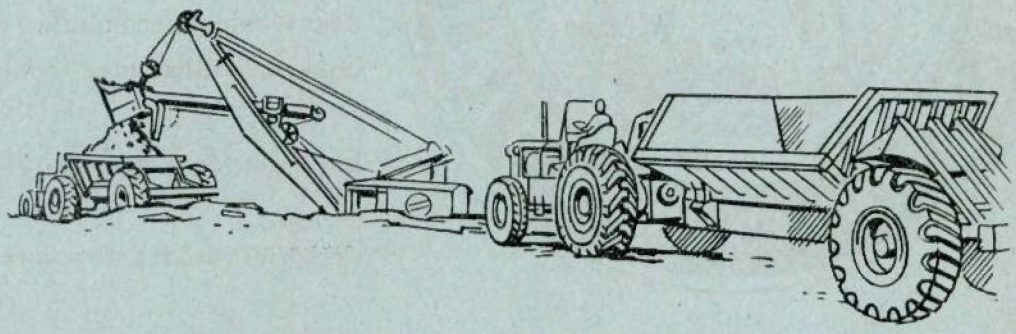
Empresa de Vidros Neutros, Ltd.ª

Póvoa de Santa Iria

Telef. 82 e seus distribuidores

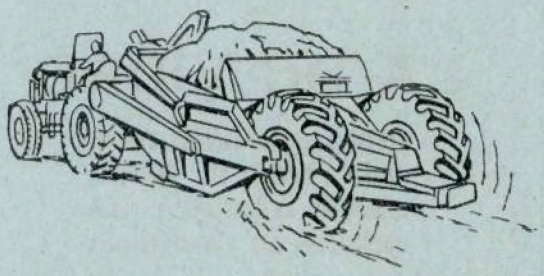
Caterpillar DW20

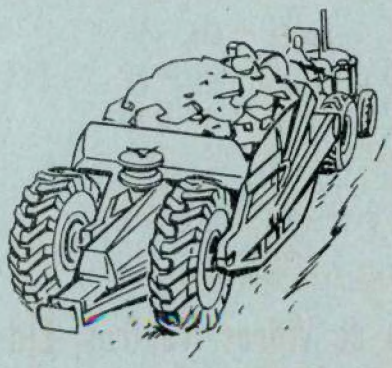
Com motor CAT de 225 H. P.



Equipado com vagão basculante de descarga lateral.

Capacidade do vagão 22.18 m³





Equipados com scraper **Caterpillar** de 15,3 m³

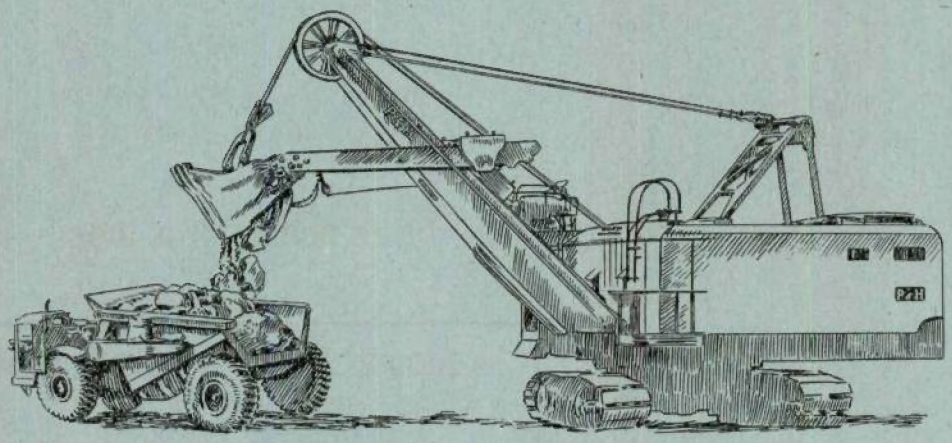
Velocidade máxima com vagão ou com scraper carregado:

42,8 K/h (com transmissão standard)

54,87 K/h (com transmissão especial)

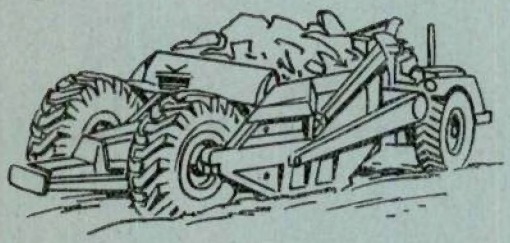
Caterpillar DW21

Com motor CAT de 225 H. P.



Equipado com vagão basculante de descarga trazeira.

Capacidade do vagão 17.2 m³



Equipado com scraper **Caterpillar** de 15,3 m³

Velocidade máxima com toda a carga 32,18 K/h

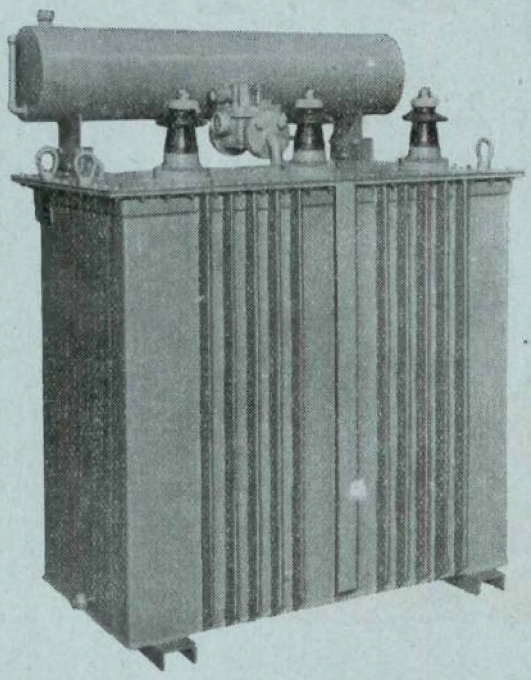
• GRANDE CAPACIDADE • GRANDE VELOCIDADE • GRANDE ROBUSTEZ

SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO
INDUSTRIAL E AGRÍCOLA. S. A. R. L.
Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8 LISBOA

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

SMEIA

MATERIAL DE QUALIDADE!



EMILE HEAFELI
Suissa — França

ALTA EFICIÊNCIA
BAIXAS PERDAS

CONDENSADORES PARA
REFASAGEM ✦ ACOPLAMENTO
FILTRAÇÃO ✦ PROTECÇÃO, ETC.

CORRECÇÃO DO COS φ

AZEVEDO & PESSI, LDA.
Rua Nova do Almada, 46 — LISBOA
Telef. 2 4495 — 2 9879 — 2 0354

34 ANOS AO SERVIÇO
DA
INDÚSTRIA NACIONAL

Fundição
Construções mecânicas
Construções metálicas

METALÚRGICA DE BEMFICA, LDA.
FÁBRICA CONSTRUTORA
Estrada das Garridas, M. B. Telefs. 78 145 / 78 705
LISBOA

ARISTO

FAMOSAS
RÉGUAS DE CÁLCULO
FABRICO ALEMÃO

APRESENTA

A maior variedade de sistemas em modelos de bolso, escritório e de parede

As réguas de cálculo

ARISTO

são precisas, resistentes, práticas e modernas

Encontram-se à venda em Portugal nas principais casas da especialidade

Para obtenção de melhores resultados finais de medidas

— PARA UM TRABALHO —

mais simples, mais rápido, mais preciso e... menos árduo!

Numa grande variedade de modelos

DK 1 e DKM 1

DK 2, DKM 2, DKM 2-U, DKM 2-T e DKM 3

e os modelos Auto-Redutores

DK-RT, DKM-R e DK-R

Sempre em armazém para entrega imediata

REPRESENTANTES GERAIS PARA PORTUGAL

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & C.ª, L.DA

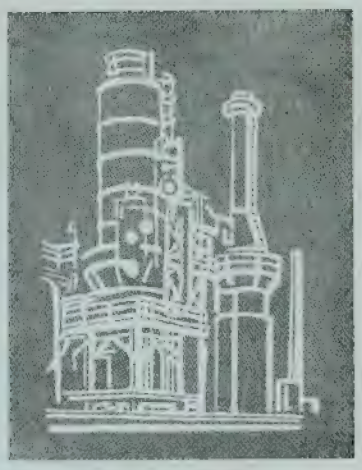
CASA FUNDADA EM 1854

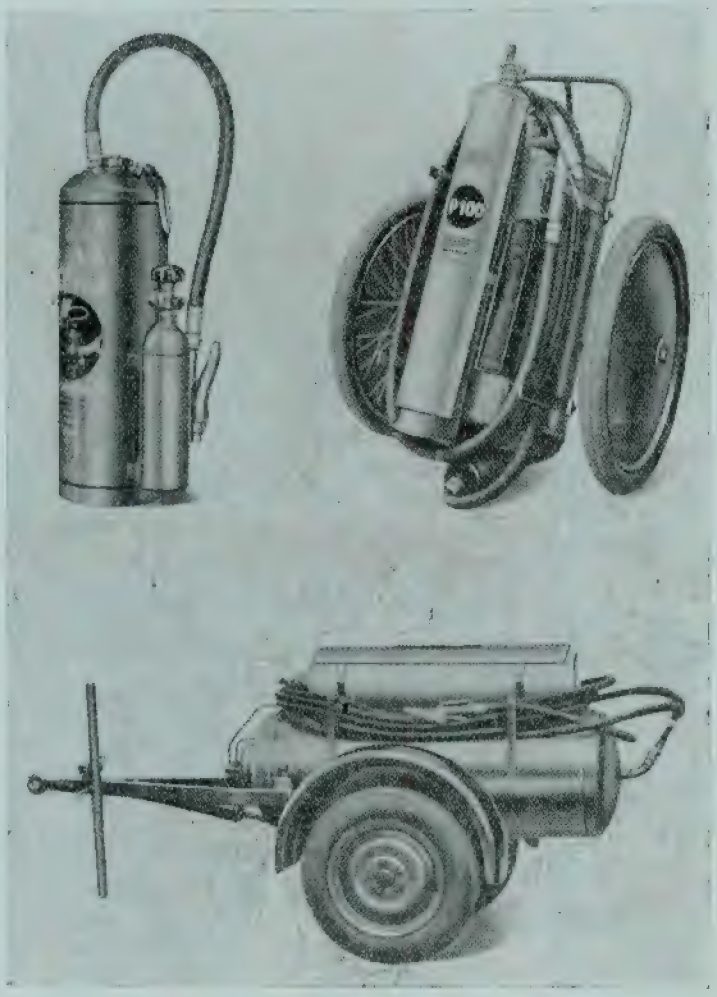
SEDE: Rua de Santo António, 137-145 — PORTO — Tel.: 20254/5

FILIAL: Rua de Antero do Quental, 17-1.º — LISBOA — Tel.: 53366

Para o combate a incêndios em materiais têxteis, algodão, líquidos inflamáveis e duma maneira geral para todas as grandes empresas industriais e comerciais, centrais eléctricas, estações de serviço e garagens, com base na experiência de alguns decénios, apresentamos o

Extintor de pó seco "TROCKEN-TOTAL"





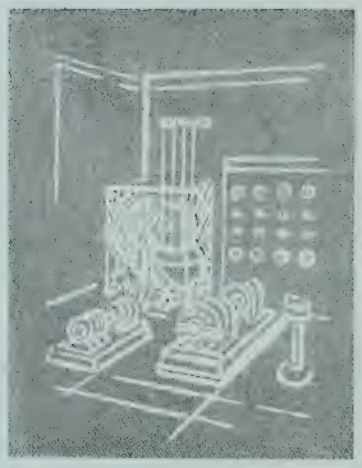
Eis os afamados Extintores

"TROCKEN-TOTAL"

(De Pó Químico Seco e CO_2)

Fabrico alemão da:

TOTAL Kom. Ges. Foerstner & Cº



O Pó Quimico Seco «TOTALIT» não é tóxico, abrasivo, condutor de electricidade e hidroscópico.

REPRESENTANTE EXCLUSIVO EM PORTUGAL CONTINENTAL E ULTRAMARINO

Sociedade Fornecedora de Acessórios Industriais

SOFAI, LDA.

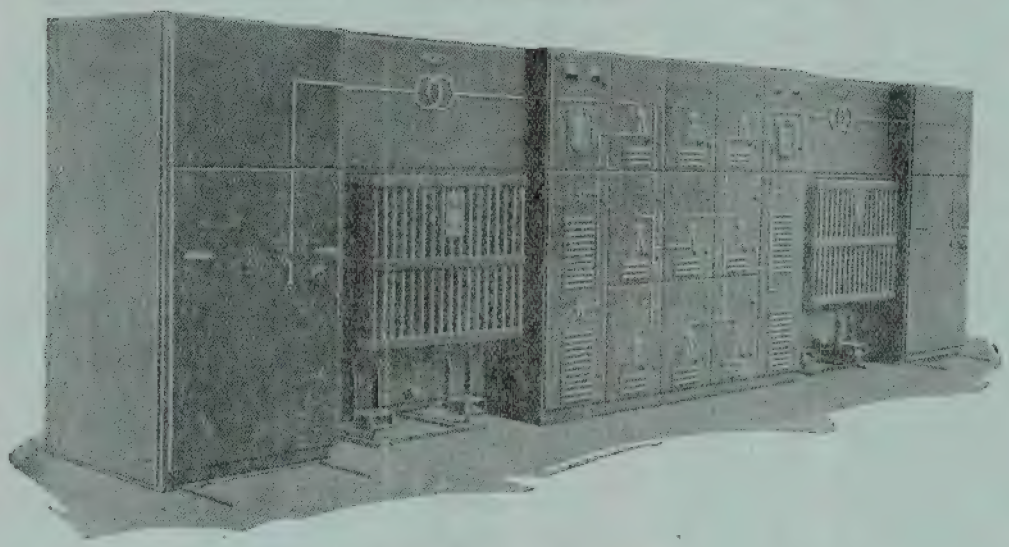
TELEF. 77 14 95
76 30 60

AV. JOÃO XXI, 20-C

LISBOA

NORMABLOCS

ALTA E BAIXA TENSÃO



"DELLE"

«Ateliers de Constructions Electriques de la Compagnie Générale d'Electricité»,

têm já em serviço em Portugal Continental e Ultramarino, algumas dezenas de postos pré-fabricados do tipo "NORMABLOC".

POSTOS EM FUNCIONAMENTO EM INSTALAÇÕES DAS SEGUINTES EMPRESAS:

Sociedade Hidroeléctrica do Revue
União Eléctrica Portuguesa
S. A. Conc. da Refinação de Petróleos em Portugal SACOR
Companhias Reunidas Gás e Electricidade
Serviços Municipalizados Gás e Electricidade – Porto
Fábrica Portuguesa de Artigos Eléctricos
Cabos Armados e Telefónicos
J. J. Tomé
Companhia União Fabril
Caminhos de Ferro da Beira – Moçambique
Etc., etc.

DELEGADOS EM PORTUGAL

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos INDUSTRIAIS, 4, 1.º (às Cortes) // LISBOA // Telefs. 66 06 92 - 66 60 82

FUNDIÇÃO E CONSTRUÇÃO MECÂNICAS

S. A. R. L.

OEIRAS

Uma grande organização na «**Indústria Metalúrgica e Metalomecânica nacional**»

Com **Fábrica** onde se produz:

Fundição de ferro, Ferros Ligas e Metais, Esmaltes — Esmaltagem

OFICINAS DE SERRALHARIA E FORJAS

Alguns artigos de série:

Banheiras de ferro fundido esmaltado — Todos os artigos sanitários para casa de banho e cozinha — Caldeiras e radiadores para aquecimento central — Salamandras — Fogões e fogareiros a gás — Fogões a lenha e carvão — Escadas e escadotes — Tábuas de engomar — Material para construção civil (aros para claraboias, sifões de pátio, ventiladores, portinholas, olhos de boi, autoclismos, etc.) — Bancos de jardim — Candeeiros para iluminação pública, etc.

PROJECTOS, ORÇAMENTOS E EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES E AQUECIMENTO CENTRAL

Vendas directas ao comércio da especialidade

Telef. Oeiras { P. P. C. 324 — 4 linhas / Administ. 156

Teleg. Fundição — OEIRAS

Correio: Apartado 711
LISBOA — CENTRAL

SECÇÃO DE AQUECIMENTO

Av. António Augusto de Aguiar, 7-A

Telefone 4 1110

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

SERRALHARIAS,

CALDEIRARIA,

FERRARIA,

FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 2 6572

DUPLICADORES

Manuais e eléctricos.

Gestetner

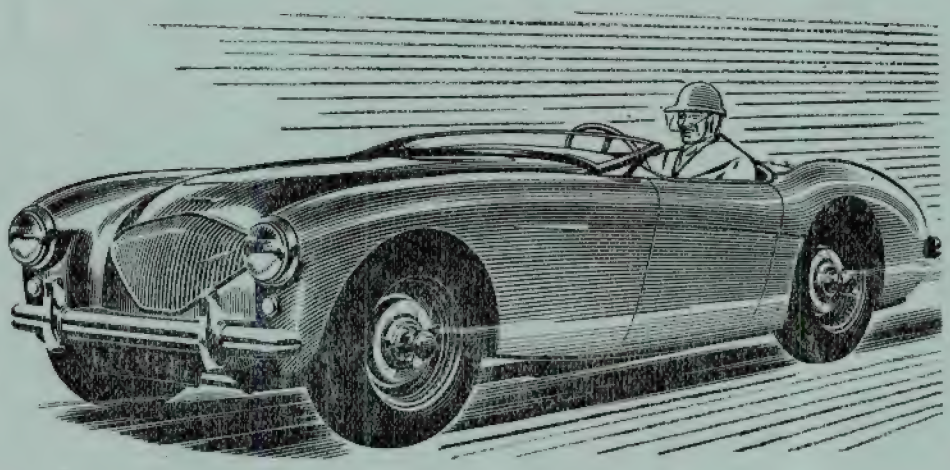
OS MELHORES DO MUNDO

A GESTETNER, L.DA

RUA DA CONCEIÇÃO, 125 Telefone 2 2628 - LISBOA | LARGO DO PADRÃO, 20, 1.º Telefone 2 3469 - PORTO

AUSTIN HEALEY

BATE MAIS 53 «RECORDS» E ATINGE 309 K. P. H.



DONALD HEALEY conduzindo um AUSTIN HEALEY modificado faz a milha lançada à velocidade de 309,89 K. P. H. (192,6 M. P. H.)

Alguns dos «records» batidos

10 MILHAS	291,22 K. P. H. (181 M. P. H.)
5 KILM.	293,16 K. P. H. (182,2 M. P. H.)
5 MILHAS	295,57 K. P. H. (183,7 M. P. H.)
10 KILM.	295,73 K. P. H. (183,8 M. P. H.)
1 HORA	252,13 K. P. H. (156,7 M. P. H.)
3.000 MILHAS	212,54 K. P. H. (132,1 M. P. H.)
5.000 KILM.	217,7 K. P. H. (132,2 M. P. H.)
24 HORAS—(5108,4 KLM.)	212,7 K. P. H. (132,2 M. P. H.)

Distribuidores gerais: J. J. GONÇALVES SUCRS.

LISBOA ✦ ÉVORA ✦ PORTO ✦ AGENTES EM TODOS OS DISTRITOS

MANIL

EXPORTAÇÃO · IMPORTAÇÃO

Sede: **Paço d'Arcos** – Av. Voluntários da República – Tel. 262 P. A.

CONSTRUÇÃO CIVIL

SERRAÇÃO E CARPINTARIAS MECÂNICAS
MADEIRAS E TACOS TRATADOS

Depósitos: CASCAIS — ESTORIL
PAÇO D'ARCOS — PAREDE

As oficinas estão apetrechadas com os maquinismos mais modernos e com estufa para secagem e tratamento de madeiras

TRABALHANDO PARA O FUTURO

RESISTÊNCIA E DURAÇAO

UM PRODUTO DA

AS TINTAS CEMPEXO EMBELEZAM E PROTEGEM OS EDIFÍCIOS

PORQUE SÃO

HIDRÓFUGAS

E

PETRIFICANTES

DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL

HENRIQUES & CASTRO, Lda.

AVENIDA CONDE DE VALBOM, 96
LISBOA

TELEF. 77 5057

LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16
LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185
PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.
Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.
Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

VERITYS, LTD.
Motores eléctricos desde 1 até 125 H. P

J. A. CRABTREE & CO. LTD.
Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.
Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

TRANSFORMERS & WELDERS, LTD.
Transformadores de todos os tipos até à potência de 3000 K. V. A. e até à tensão de 33000 Volts.

BARTON CONDUITS, LTD.
Tubo de aço para instalações eléctricas.

EDWARD MAC BEAN & CO. LTD.
Tubo, fita e pano de tela envernizada.

MEASURING INSTRUMENTS (PULLIN), LTD.
Amperímetros, Voltímetros, Frequencímetros, Wattímetros de todos os tipos e escalas.

F. PERKINS, LTD.
Motores Diesel marítimos.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.
Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.
Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT
Contadores de água, de vapor e de óleo.
Tubos Venturi
Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.
Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.
Luz fluorescente e rádios.

ELECTRIC PANELS, LTD.
Aquecimento eléctrico.

OERLIKON

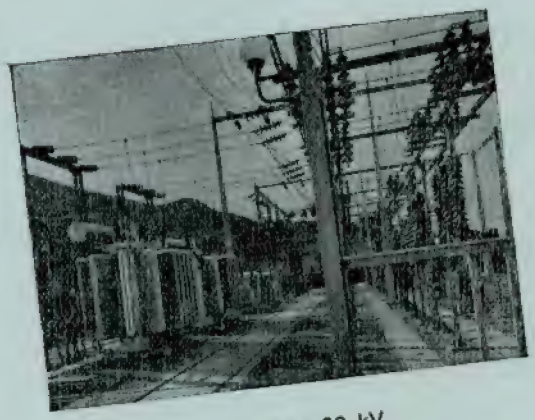
Máquinas e aparelhos eléctricos de todo o género

REPRESENTANTE GERAL PARA PORTUGAL E ULTRAMAR

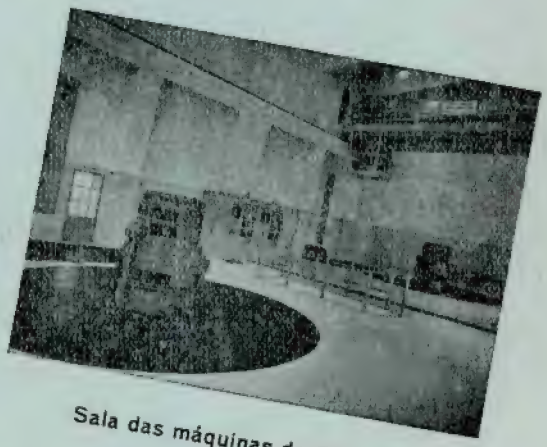
P. BELLASI

PORTO — Rua Sá da Bandeira, 494-3.° — Telefone 21968

Vista geral da BARRAGEM DE PRACANA
da
HIDRO-ELÉCTRICA ALTO ALENTEJO



Subestação 60 kV.



Sala das máquinas da Central

Potência instalada
2 x 10.500 CV

Equipamento eléctrico fornecido e instalado
pelos

ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON

ZURICH-OERLIKON (SUIÇA)

TÉCNICA

DIRECTOR — FERNANDO MARQUES DE OLIVEIRA ADMINISTRADOR — VIRGÍLIO DOS REIS CARDOSO IGREJA

Ano XXIX - N.º 245 Outubro de 1954

C. D. 658.01

ESTUDO E REALIZAÇÃO

PELO ENG.º QUÍMICO-INDUSTRIAL LUÍS A. DE ALMEIDA ALVES

Professor do I. S. T.

A extrapolação mais ou menos deformada das leis do mundo físico ao domínio dos fenómenos psicológicos e sociais, constitui um método de raciocínio, de legitimidade muito discutível mas que pode conduzir a resultados exactos, embora não previsíveis nem contestáveis pelos métodos clássicos lògicamente perfeitos.

De certo modo, não é de estranhar que possa ser assim, porque à medida que as ciências vão sendo afectadas de parâmetros subjectivos, menor se torna a facilidade do seu tratamento em termos matemáticos, que representam, em última análise, a verdade limite que, em cada campo do pensamento, se pode atingir. E este facto torna-se naturalmente mais nítido, à medida que aumenta a profundidade de observação, porque a potencialidade de induzir leis de conjunto à custa de propriedades locais vai sendo também mais difícil, por ser mais complexa a estrutura matemática de «integração» dessas propriedades, dentro do domínio de aplicação em que se consideram.

Por outro lado ainda, o grau de proximidade com que se analisam os fenómenos físicos é apenas uma questão de escala dimensional que permite definir com precisão as fronteiras de validade das leis. Assim, os meios contínuos deixam de ter significado quando se passa à escala molecular e os resultados de elaboração estatística, aplicáveis às moléculas livres, tornam-se insuficientes quando se desce à escala das partículas elementares. Mas, nos fenómenos em que intervêm factores psíquicos, a «dimensão» deixa de ser representativa e por isso, até a própria localização dos pontos de transição se reveste dum carácter essencialmente subjectivo.

Por este conjunto de razões, não é de esperar que as leis que determinam e orientam as manifestações espirituais possam ser observadas com uma «ampliação» sucessivamente crescente, por lhes faltar o suporte matemático capaz de vencer as «surprezas» das generalizações. Mas, por isso mesmo, embora os raciocínios por analogia sejam lògicamente ilegítimos, o seu emprego pode tornar-se defensável, desde que sejam considerados como meras hipóteses, naturalmente vulneráveis em face da crítica dos resultados.

Não se pode esquecer porém, que a correlação entre as hipóteses e os resultados é também afectada por factores subjectivos, neste caso de influência ainda mais marcada, em virtude da tendência do espírito humano, de se polarizar em planos de soluções apriorísticas ou simplesmente, de intuição. Mas se fôr possível evitar que haja planos de polarização — para o que basta fazer variar voluntàriamente esses factores subjectivos — o processo de raciocínio conduz a uma situação de tipo «molecular», cuja solução final acaba por ser possível, desde que se admita a existência de uma presumível «lei de distribuição».

Esta conclusão, ainda que destituída de um valor absoluto, permite mostrar que um raciocínio por analogia só poderá ter valor real se as conclusões finais forem estabelecidas como «valor médio» das relações entre as hipóteses encaradas e os resultados lógicos a que conduziram. E parece mostrar também que, à medida que se pretende observar mais de perto o mecanismo dos processos intelectuais, se vai perdendo insensìvelmente o sentimento intuitivo de «continuidade», por desaparecer pouco a pouco, a representação simbólica que permitiria estruturá-los como noção integral duma possível «lógica elementar».

* * *

Não constitui absurdo admitir o conceito de «lógica elementar», num processo lógico contínuo que resulte da repetição voluntária ou instintiva, de uma actividade anterior já completamente conhecida. O raciocínio ou o hábito surgem, nesse caso, como o somatório de fenómenos elementares bem definidos, que dão à vida de todos os dias, uma continuidade natural, da qual resulta o sentimento de capacidade de realização e de aperfeiçoamento progressivo dentro dos caminhos prèviamente traçados.

Na vida técnica, é dessa continuidade que resulta o rendimento do trabalho, que surgem como imperativas as noções de método e de controle, e que nasce a necessidade de afinação dos processos e de correcção sistemática das anomalias existentes. E não há dúvida de que os pontos de descontinuidade se podem reflectir de uma maneira nociva no andamento normal dos trabalhos de «rotina».

É ainda esse carácter de continuidade que dá aos trabalhos de realização a qualidade de serem planificáveis ou, que é o mesmo, a possibilidade de fazer incluir o factor tempo na sua execução; e o factor tempo é, como já se fez notar ([1]), o condicionalismo mais premente da técnica actual.

Mas não se pode dizer que o trabalho de «rotina» seja executado em moldes puramente mecânicos, sem uma acção pessoal de orientação, porque na realidade, não se trata de uma repetição de factos *iguais*, mas sim de factos em relação aos quais as premissas são as mesmas e por isso, relacionáveis por raciocínios do mesmo tipo. Aliás, é neste sentido, que noção de *experiência técnica* atinge o seu significado mais completo.

O problema põe-se pràticamente nos mesmos termos quando se refere ao estudo de um assunto novo, mas cujo resultado pode ser atingido por métodos já ensaiados, não envolvendo portanto, o recurso a processos não conhecidos, para os quais não é possível fixar um caminho rigorosamente definido. Mas em rigor, este caso não pode ser encarado ainda, como um verdadeiro estudo, porque fundamentalmente não é mais do que uma aplicação lógica dirigida num sentido diferente do habitual.

A transição entre a aplicação e o estudo começa, na realidade, quando se entra no domínio de novas criações e é neste ponto, que cessa a possibilidade de analisar os processos intelectuais em moldes de continuidade, embora não se possa falar, de um modo genérico, em «choques desordenados», porque essa transição não tem o carácter brusco que constitui a essência das descontinuidades físicas. Nas criações do espírito, os elementos verdadeiramente novos podem não se estender à totalidade do problema mas aparecerem apenas como factores correctivos, sobre os quais terão de incidir as experiências, as tentativas e até mesmo, um indispensável coeficiente de imaginação.

No entanto, à medida que o estudo se aproxima da «investigação de fundo», mais reduzida vai sendo a existência de «orientações priveligiadas», pelo que os resultados acabam por surgir de mecanismos quase exclusivamente «desordenados», ([2]) que se traduzem, na prática, por uma acumulação de dados, de tendências e de conclusões, muitas vezes, sem um objectivo de aplicação imediata a problemas concretos. E são estes resultados que se conjugam «estatìsticamente» para a elaboração

---

([1]) «A Responsabilidade na Hierarquia Técnica», «Técnica» n.º 228, de 1953, pág. 197.

([2]) Embora estes mecanismos sejam desordenados, surgem como resultado do conhecimento profundo das variáveis que actuam nos processos específicos de cada campo de especialização.

de novas leis e estabelecimento de novos processos, nos quais se vão apoiar mais tarde as directrizes teóricas e as realizações experimentais.

Mas há que estabelecer, por isso, a ponte de passagem entre o estudo e a realização.

* * *

Quando se faz o cálculo da primitiva de uma simples função racional, não aparecem normalmente dificuldades de maior, a não ser que seja difícil determinar as raízes do denominador. E quando a partir dela se faz o cálculo de um integral definido, obtém-se um valor numérico que, aparentemente não deve suscitar dúvidas, a não ser que se tenha esquecido que as raízes do denominador são pontos de descontinuidade; e sobre estes, nada se pode afirmar sem um exame local, nas suas visinhanças.

Um ponto de descontinuidade constitui sempre um obstáculo no desenvolvimento de qualquer sequência lógica e obriga, por isso, a fazer incidir sobre si, uma atenção particular a fim de ser possível enquadrá-lo com segurança dentro do conjunto a que pertence. Sob o ponto de vista psicológico, o problema põe-se da mesma maneira, porque há que ter sempre em vista a necessidade de evitar que os pontos de descontinuidade venham a constituir uma causa de insucesso, na evolução de qualquer plano com que se pretendam atingir resultados de aplicação directa.

Um desses pontos encontra-se na passagem do estudo à realização, pelas seguintes razões:

1) O estudo é um fenómeno de carácter estatístico ao passo que a realização é um processo contínuo.

2) Os resultados do estudo aparecem sob a forma de energia potencial, enquanto que a realização implica lògicamente, a existência de uma energia cinética.

E como corolário do aparecimento deste ponto de descontinuidade, surgem as duas regras fundamentais das relações entre o estudo e a realização:

1) A mesma pessoa não deve efectuar *simultâneamente* trabalhos de estudo e de realização.

2) A passagem do estudo à realização deve ser acompanhada de um trabalho de adaptação que evite os perigos dessa descontinuidade.

A primeira regra é relativamente fácil de cumprir, desde que haja quadros técnicos convenientemente definidos e articulados. A segunda exige que os resultados do estudo sejam revistos e alterados na sua forma, por intermédio de uma organização já existente que dê carácter executivo aos resultados dos trabalhos de consulta, de investigação e de projecto, que constituem os três vértices em que se apoia o desenvolvimento técnico das empresas industriais.

Estas regras não ensinam a estudar nem a realizar, mas aparecem como condições necessárias de rendimento de trabalho, sem as quais as interligações entre o estudo e a realização, não chegam a tomar o carácter funcional, indispensável ao andamento rápido e seguro dos problemas de progresso que é necessário criar e resolver. Porque, em última análise, elas constituem a base psicológica de orientação do trabalho intelectual, e por isso, têm um carácter imperativo, em face dos resultados a atingir.

* * *

As regras que acabaram de se enunciar não são novas, nem difíceis de estabelecer. Em todo o caso, houve a intenção de fazer chamar a atenção sobre elas e, em particular, de as apresentar como conclusão lógica de uma série de raciocínios por analogia que permitissem encarar o problema tanto quanto possível na sua essência.

Não há dúvida de que a vitalidade das empresas de carácter técnico reside na sua capacidade de progresso e de que este não se faz de acordo com uma curva contínua mas através de níveis energéticos nìtidamente escalonados; e, por isso mesmo, é reduzido todo o trabalho de progresso que não permita transpor as distâncias existentes entre cada dois níveis sucessivos.

Pode acontecer, porém, que essa passagem não se faça nas condições ideais e que, do trabalho efectuado, resultem imperfeições que não houve possibilidade de evitar. Todas essas imperfeições terão de ser remediadas, mas sempre *ao nível já atingido*, porque o regresso a um nível anterior conduz pela sua repetição, a uma paragem que pode ser insensível, em princípio, mas que pode conduzir, no fim de algum tempo, a um atrazo difícil de recuperar. E, mais uma vez, o factor tempo aparece como dominante, na visão de conjunto do progresso industrial.

Resulta destas considerações que a sequência dos trabalhos que se efectuam não é arbitrária, mas que deve ser dada prioridade a todos aqueles cujo conjunto estudo-realização seja mais urgente, ou, o que é o mesmo, que faça passar mais ràpidamente a um nível mais elevado de progresso. Mas é evidente que *urgência* não é sinónimo de *facilidade* e, por isso, pode acontecer que os trabalhos mais urgentes sejam também os mais difíceis.

No entanto, para um dado «potencial» de resolução é lógico que a «corrente» passe de preferência pelos «condutores» de menor «resistência» de um conjunto em paralelo, e que haja portanto, tendência a deixar para o fim os problemas mais difíceis independentemente do seu interesse ou urgência. O problema só tem solução se se retirarem do paralelo as derivações de menor resistência — que passarão a fazer parte de articulações menos complexas ([1]) — e, se se aumentar a diferença de potencial, no circuito restante de maior resistência de conjunto. E, em consequência, se realça mais uma vez, a importância do problema dos quadros técnicos e da preparação profissional, tanto mais que os trabalhos de estudo não são planificáveis e portanto, o conceito de *prazo* tem de ser substituido por um conceito de *tempo mínimo*, variável em cada caso, com os recursos científicos e com a estabilidade de organização.

Não se pode dizer que as condições apresentadas sejam atingíveis sem esforço e sem persistência; mas pode pelo menos haver a convicção de que, se forem satisfeitas, não há intrìnsecamente dificuldades de orgânica, e isso é já uma garantia da evolução gradual do progresso, à medida que os meios de trabalho existentes se forem completando e aperfeiçoando no sentido mais eficiente e de maior projecção no desenvolvimento futuro.

([1]) «A Indústria e a Preparação Profissional», «Técnica» n.º 219, de 1952, pág. 261.

SAVOISIENNE

Ateliers de Constructions de Transformateurs de la Compagnie Générale d'Electricité

Orgulha-se pela contribuição que vem dando para o desenvolvimento da Electrificação Nacional.

Centenas de transformadores em Serviço e outros de grande potência a entregar brevemente atestam a qualidade e a capacidade da sua produção.

Destacamos dos fornecimentos a efectuar:

COMPANHIA NACIONAL DE ELECTRICIDADE

2 – Transformadores		**50.000 KVA – 150/60/10 KV**
1 –	**»**	**60.000 KVA – 150/30/10 KV**

A SAVOISIENNE forneceu já para Portugal Continental e Ultramarino transformadores cuja potência total se eleva a 500.000 KVA.

Pormenor do transporte dum transformador Savoisienne

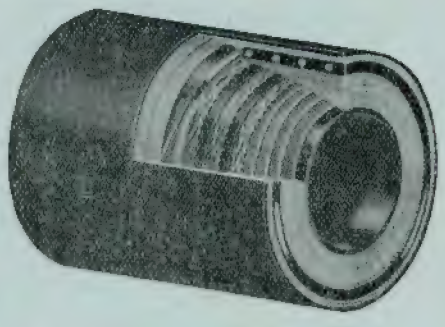
DELEGADOS EM PORTUGAL

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

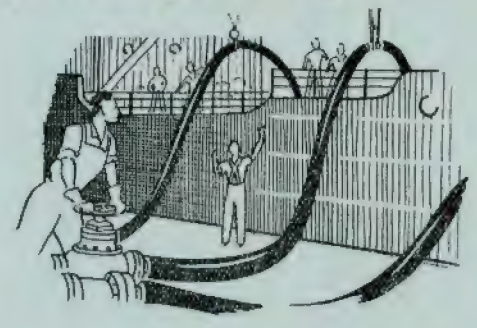
Rua dos Industriais, 4-1.° // às Cortes // LISBOA // Telefs. 66 60 82 - 66 06 92

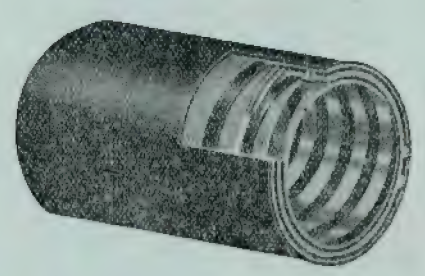
Nas Indústrias do Petróleo

Desde a extracção

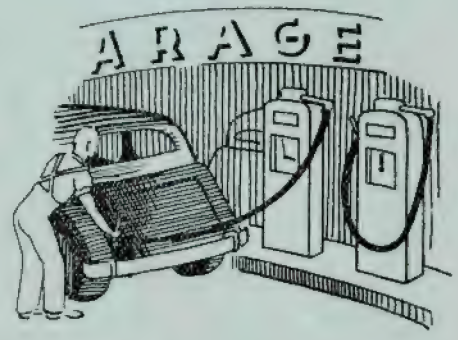


passando pelo transporte





até à distribuição



o nome

GOODYEAR

é conhecido em todo o mundo

Distribuidores exclusivos : **CANELAS & FIGUEIREDO, L.DA**

R. dos Fanqueiros, 46 — LISBOA

Telef. { 2 5058 / 2 4502 / 2 1729

Teleg. CANELASCO

C. D. 621.311.1.[001.1 + 003]

Planejamento da indústria da energia eléctrica, visando atender ao planejamento coordenado das demais actividades económicas [1]

PELO ENG.º ELECTROTÉCNICO (I. S. T.) PAULO DE BARROS

Director da União Eléctrica Portuguesa
Presidente da Secção de Produtores de Electricidade
da Associação Industrial Portuguesa
Vogal da Comissão Electrotécnica Portuguesa

1 — Entre as diversas fontes de energia, a electricidade ocupa, sob o aspecto quantitativo, um modestíssimo lugar, o mais modesto de todos, mesmo. Com efeito, a energia consumida na Europa e a sua repartição entre as diferentes origens, foi a seguinte nos anos de 1937 a 1949 [2]:

Ano	Total		Percentagem proveniente das diferentes origens			
	10^{15} calorias	10^{9} calorias por habitante	Combustíveis sólidos	Electricidade	Óleo	Gás
1937	4,448	11,0	79,7	3,3	6,7	5,6
1949	4,451	10,8	74,7	5,1	9,6	6,0

Embora se acuse nìtidamente a tendência para o aumento relativo do consumo da energia eléctrica, nota-se que apenas 5,1 % da energia total consumida provém da electricidade. Não deixa por isso de parecer paradoxal a importância fundamental que hoje em dia se atribui à energia eléctrica, a ponto de se lhe dar lugar de primazia em qualquer plano de fomento.

Tal facto deve-se, sem qualquer dúvida, à *utilidade* desta forma de energia, que permite, pelas suas múltiplas aplicações, dar à grei uma soma de bem estar e de comodidade que nenhuma outra lhe pode proporcionar.

Na época actual ninguém concebe a existência duma fábrica não electrificada ou de uma casa que não se ilumine a electricidade e que não utilize esta forma de energia nos usos domésticos.

O pesado trabalho dos homens é aliviado de maneira prodigiosa pelo emprego deste servo dócil, que obedece cegamente e mediante a prática de actos elementares, que não exigem qualquer esforço.

O século XIX foi a era da máquina a vapor, e, consequentemente, do carvão; à potência carvoeira correspondia a potência industrial. E, assim, vimos a Inglaterra atingir nesse período a época áurea do seu poder e da sua prosperidade. Com o advento da electricidade o problema mudou de aspecto: o declínio da máquina a vapor é uma consequência do desenvolvimento de outras formas de energia, desde a que provém dos combustíveis líquidos até à que é produzida pela electricidade.

E os países que se encontravam dependentes dos combustíveis sólidos de importação começaram a explorar as suas fontes nacionais de energia, até aí desaproveitadas, dando-se no mundo uma nova distribuição do poder industrial.

Podem considerar-se como indústrias chaves, além da electricidade, os combustíveis, o ferro, o aço e o cimento. Nem todos os países, porém, as podem ter e explorar, porque dependem dos recursos naturais. Mas todos os países podem criar a sua indústria nacional de energia eléctrica, que se transformou num elemento essencial da política económica dos Governos, não só pelas vantagens que confere, mas porque, além de ser um produto especìficamente nacional é ainda a base da industrialização do país.

---

(1) Comunicação apresentada na Conferência Mundial de Energia — Rio de Janeiro, 1954.

(2) Bibliografia n.º 3.

2 — A posição de relevo ocupada pela electricidade no conjunto industrial dum país é dada pela importância dos investimentos realizados: na Europa atingem cerca de 12 % e 14 % do total; nos Estados Unidos, alcançam os 20 %; na Bélgica, em 1939, era a seguinte a distribuição de alguns investimentos (capital e fundos de reserva) em relação ao total (com excepção dos correios, telégrafos e telefones e caminhos de ferro: [3])

Electricidade	13,8 %
Téxteis	11,6 %
Fabricações metálicas . .	9,7 %
Carvões	8,8 %
Alimentação	8,6 %
Siderurgia	8,3 %

Em Portugal, segundo um inquérito particular realizado para um reduzido número de actividades, obtém-se os seguintes valores:

Electricidade	49,2 %
Navegação	35,1 %
Moagens	6,6 %
Cimento e Cerâmica . .	5,8 %
Tabacos	3,3 %
	100 %

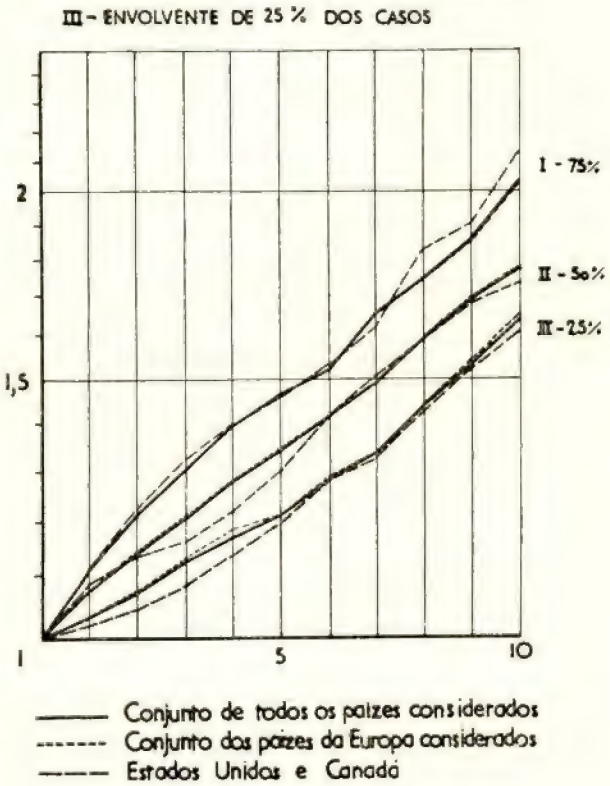
Estamos em crer que as simples considerações produzidas permitem destacar com o relevo suficiente a razão de se atribuir à indústria da energia eléctrica um papel preponderante em qualquer planejamento económico.

3 — Os estudos estatísticos indicam que os aumentos de consumo se dão mais fortemente nos usos domésticos, e não se vislumbra a possibilidade de atingir a saturação em futuro mais ou menos próximo. Assim, por exemplo, o consumo doméstico na Europa, de 1938 para 1951, passou de 18 % para 26 %, ao passo que os consumos industriais e de tracção se reduziram respectivamente de 75 % para 69 % e de 7 % para 5 %. Em Portugal as coisas passam-se de maneira um pouco diferente. Com efeito, embora o consumo doméstico passe, entre 1927 e 1952, de 22 % para 23,8 %, o consumo industrial, em vez de diminuir, acusa um forte aumento, de 22,6 % para 45,3 %, denotando o esforço de industrialização do País; já na tracção se verifica a lei geral, reduzindo-se o consumo de 19,1 % para 6,7 %.

Se notarmos que o consumo doméstico específico por habitante europeu foi de 180 kWh em 1951, e que na Suíça atingiu 810 kWh, encontraremos motivo para pensar no enorme incremento que traria o simples facto de se alcançar na Europa este valor específico médio: poderemos computá-lo em cerca de 267.000 milhões de kWh ou seja cerca de 90 % do consumo total registado em 1951. Este número só atinge porém o seu verdadeiro significado, se nos lembrarmos que o consumo específico suíço não é de qualquer forma um limite (na América do Norte, por exemplo, é muito mais elevado) oferecendo por consequência largas possibilidades de aumento.

4 — Na elaboração de um plano de fomento devemos por consequência examinar primeiramente os problemas ligados com a indústria da

TENDÊNCIA DE EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉCTRICA EM DIVERSOS PAIZES DO MUNDO



(3) Bibliografia n.º 11.

energia eléctrica — produção, transporte e distribuição. Como fazer a relacionação de cada um destes estádios com as restantes actividades económicas?

Ser-se-ia tentado, à primeira vista, em definir, como elemento base, a localizacão de todos os centros possíveis de absorção de energia, com as potências e os consumos respectivos. Cometer-se-ia porém um pesado erro, pois as omissões e as inexactidões seriam certamente numerosas, e o método, que aparenta um invejável rigor, fàcilmente redundaria em grosseira estimativa, a corrigir com o andar dos tempos.

O processo a seguir deverá por consequência ser outro: partindo do consumo existente estabelece-se a lei de variação ao longo do tempo, fazendo-se assim as previsões das necessidades que devem ser cobertas pela produção.

Segundo um estudo do Eng.º Pierre Ailleret ([4]), o aumento do consumo pode ser considerado como a resultante de dois fenómenos diferentes:

a) Por um lado, a conjuntura económica influi sobre os consumos industrial e doméstico, que têm uma correlação estreita com o índice de actividade económica.

b) Por outro lado, o consumo apresenta uma tendência natural para o crescimento, independentemente da actividade económica, pelo simples facto da electrificação progressiva das indústrias e das casas, e que corresponde, afinal, à substituição progressiva pela electricidade de outras formas de energia.

O consumo poderá assim ser expresso por uma fórmula do seguinte tipo:

Consumo eléctrico = (índice de actividade industrial)^n $\times$ exponencial do tempo.

O exame estatístico permitiu concluir que será $n = 0{,}4$ e a exponencial do tempo tal que a duplicação do consumo se dará em 13 a 14 anos.

Em resumo, pode interpretar-se esta lei da seguinte forma:

a) O consumo tem uma tendência anual do crescimento igual a 5 %, independente das variações da actividade industrial.

b) A esta tendência sobrepõem-se variações de $\pm$ 0,4 % por cada 1 % de variação para mais ou para menos na actividade industrial.

Na prática a solução do problema obtém-se fàcilmente, porque os consumos obedecem a uma inexorável lei de crescimento em progressão geométrica: duplicam em períodos compreendidos entre 8 e 10 anos, seja qual for o grau de industrialização do país.

Pode esta lei ser transitòriamente desrespeitada em regiões pouco industrializadas em que começam a aparecer as grandes indústrias electroquímicas e electro-metalúrgicas e em épocas de crise ou de excepcional actividade económica: mas, por um lado, com o aumento global do consumo, estas influências vão-se diluindo progressivamente; e, por outro lado, sendo aquelas indústrias abastecidas com energia de carácter temporário, as próprias irregularidades climatéricas, dum ano para outro, se encarregam de atenuar estas diferenças.

Elementos estatísticos referentes aos países e períodos a seguir indicados ([5])

Alemanha . .	1925 a 1943
Bélgica . . .	1925 a 1939 e 1946 a 1950
Canadá . . .	1927 a 1950
Espanha . . .	1929 a 1934 e 1940 a 1950
E. U. A. . .	1925 a 1950
Finlândia . .	1930 a 1939 e 1949 a 1950
França . . .	1925 a 1939 e 1946 a 1950
Holanda . . .	1932 a 1939 e 1947 a 1950
Itália	1925 a 1941 e 1947 a 1950
Inglaterra . .	1925 a 1950
Noruega . .	1930 a 1939 e 1946 a 1950
Portugal . .	1927 a 1950
Suécia . . .	1931 a 1950
Suíça	1931 a 1950

permitem concluir que em 10 anos, o consumo foi multiplicado

por mais de 2 em 25 % dos casos
por menos de 1,65 em 25 % dos casos também.

([4]) — Bibliografia n.º 6.

([5]) — Bibliografia n.º 7.

Os resultados obtidos para a Europa são perfeitamente comparáveis com os que se referem à América do Norte e ao Canadá. Com efeito, verifica-se pelo gráfico que as curvas são na realidade paralelas e que a probabilidade do consumo ser multiplicado em 25 anos por mais de 5 ou por menos de 3 é inferior a 1/4.

5 — Na Europa, devastada pela guerra, o consumo, de 1938 para 1951 (13 anos) aumentou 98 % mas já em Portugal o incremento foi de 138 %; teve influência nítida o período de hostilidades em que o consumo acusou regressão acentuada; basta notarmos que o aumento médio foi de 10 % de 1932 a 1939, isto é, duplicação em pouco mais de 6 anos; nos Estados Unidos, porém e no período acima referido, o consumo passou de 100 para 302 e na U. R. S. S. de 100 para 257! Não se pode, evidentemente, verificar uma lei em tão curto espaço de tempo: o esforço da guerra nestes últimos países trouxe um forte aumento de consumo, originando assim singularidades na curva de evolução: ao longo dos tempos, porém, obtém-se a duplicação entre os 8 e os 10 anos.

Aliás, como as previsões a longo prazo são falíveis, como deve sempre haver uma margem duns 20 % pelo menos entre as disponibilidades energéticas e o consumo, e como o tempo necessário para a entrada em serviço de novas fontes produtoras oscila entre 3 e 5 anos, há apenas que estabelecer previsões a prazo curto, e periòdicamente, rever os programas para se realizar o ajustamento com as realidades.

6 — Um plano de fomento é, por consequência, de natureza eminentemente dinâmica; é uma verdadeira luta contra o tempo: tem de se adaptar às circunstâncias e acompanhar o desenvolvimento da nação, moldando-se às novas conjunturas económicas, sociais e financeiras.

O Parecer da Câmara Corporativa sobre o Plano de Fomento Português ([6]) foca este aspecto com especial clareza ao afirmar: «vários indícios levam a supor que nem sempre é vista em verdadeira grandeza a necessidade sem fim de acrescentar sempre mais, em ritmo crescente, o equipamento nacional da produção, transporte e distribuição. E mais adiante: «A tendência não é para enfraquecer o ritmo das obras, mas antes para o aumentar, porque o consumo cresce em progressão geométrica. Um país não é susceptível de dar por finda a sua electrificação».

O Eng.º Pierre Ailleret define este aspecto de instalações eléctricas da seguinte forma: «o carácter essencial desta arquitectura é não ser a de um monumento construído duma só vez para a eternidade: é uma arquitectura dinâmica, que tem de atender aos mesmos problemas que o urbanismo, num país novo em desenvolvimento rápido».

Os progressos técnicos actuam no mesmo sentido, pois novas formas de produzir energia ou melhoria substanciais de rendimento em meios existentes de produção, podem alterar por completo a fisionomia do plano: assim, por exemplo, a diminuição do consumo específico das centrais térmicas, que chega hoje a valores da ordem das 2.100 kilocalorias/kWh ([7]) põe de novo em equação o problema transporte de carvão comparado com transporte de energia, pois à diminuição de perdas no transporte de energia eléctrica pela elevação de tensão contrapõe-se a menor quantidade de combustível a transportar pela melhoria do rendimento da central.

A elevação de potência unitária das centrais térmicas é outro problema a considerar pela influência que pode ter na substituição antecipada do equipamento existente: a comparação feita por M. Ricard ([8]) entre a vantagem de concentrar, por um lado, a produção térmica, e, por outro lado, de aproximar quanto possível a produção do consumo, levou à conclusão que a potência unitária deve crescer um pouco mais lentamente do que a raiz quadrada da densidade do consumo, ao passo que o número de centrais cresce um pouco mais ràpidamente do que essa raiz quadrada. Extrapolando esta regra e admitindo que os consumos duplicam em 10 anos, seríamos levados a prever a duplicação da potência das centrais todos os 28 anos e a duplicação do seu número todos os 18 anos.

As turbinas a gás, de menor custo, podendo ficar localizadas perto dos centros de consumo, por precisarem de pouca refrigeração, permitem resolver fàcilmente o problema das pontas e reduzem a extensão da rede de transporte.

([6]) Bibliografia n.º 2.

([7]) Bibliografia n.º 1.

([8]) Bibliografia n.º 5.

CASA

JEAN DEMOUSTIER

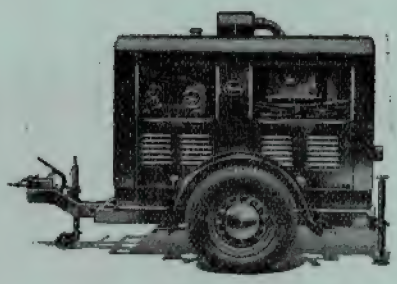
PRAÇA DUQUE DA TERCEIRA, 24

LISBOA

TELEGR.: DEMOUSTIER

TEL. 2 4 3 6 2 / 3 2 1 2 5

SOLDADURA ELÉCTRICA



A Arco: Postos rotativos fixos ou móveis. Postos estáticos de 160, 200, 300, 400 Ampères.
Aparelhos para a soldadura automática.

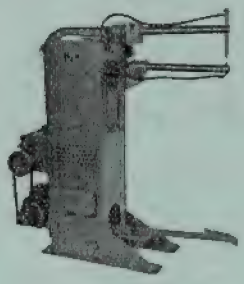
Por Resistência: Soldadoras por pontos, a topo, por roletes, aquecedores de rebites, pistolas para soldar pernos.

Electrodos: especiais para Ferro fundido, Bronze, Alumínio, Aços de Grande Resistência, de teor em Mn, Cr; Inox., etc.

Acessórios: Capacetes, óculos, vidros especiais, cabos, pinças, ligas e decapantes para a soldadura oxiacetilénica a baixa temperatura.

Entregas imediatas

3.000 KVA instalados no País



Orçamentos
Catálogos
Consultas
s/compromisso

Agente no Porto

Diogo A. de Macedo & C.ª

Rua do Almada, 23-2.º

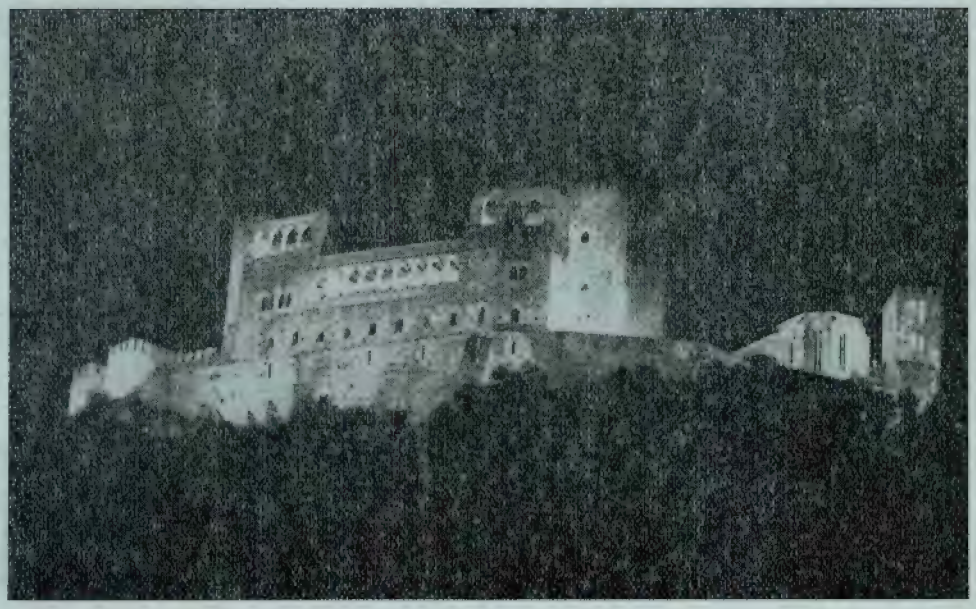
PORTO

Telef. 2 5496

G.E.C.

THE GENERAL ELECTRIC CO. LTD., OF ENGLAND

À FRENTE NA LUMINOTECNIA



CASTELO DE LEIRIA

A iluminação do Castelo de Leiria, nas Festas do Centenário das Cortes, foi projectada e executada pela "The General Electric Company Ltd.", de Inglaterra, em colaboração com os Serviços Municipalizados de Água e Electricidade de Leiria.

Representantes:

THE ENGINEERING COMPANY OF PORTUGAL LDA.

R. dos Remolares, 12 — LISBOA

Telef. 3 2991/2/3

As centrais nucleares, por seu lado, poderão trazer uma contribuição decisiva para a alteração dum programa a longo prazo, introduzindo novos elementos de apreciação de extrema importância.

A utilização efectiva da energia nuclear é já hoje uma realidade: o calor desenvolvido num reactor é utilizado para accionar um submarino e tanto a Inglaterra como a América têm já em construção, cada uma, um grupo gerador fixo cuja potência ultrapassará 50 MW.

É cedo ainda para se definir a orientação em matéria de reactores nucleares; uma coisa porém é certa: afastou-se para muito longe o espectro duma eventual carência de energia no mundo, e introduziu-se um novo factor extremamente importante na localização das centrais. Com efeito, tendo o combustível da pilha atómica um volume muito reduzido, a central poderá ser localizada onde melhor convier, desde que tenha água de refrigeração suficiente.

O perigo das radiações atómicas impedirá, pelo menos por enquanto, que ela se construa junto às grandes aglomerações urbanas; mas poderá ficar suficientemente perto para reduzir os transportes de energia.

A central atómica é por consequência um elemento a tomar em consideração no estabelecimento das redes de transporte: estas devem ser limitadas ao óptimo económico, sem grandes antecipações para necessidades futuras, porque a nova técnica trará fatalmente uma pausa nos transportes de energia a longa distância.

Finalmente o aumento específico do consumo vai reduzindo sucessivamente a zona de acção dos aproveitamentos hidroeléctricos, — o hinterland hidráulico, — de forma que as redes terão de transportar quantidades macissas de energia a distâncias cada vez mais curtas.

Em resumo, a tendência a ter em conta na transformação dinâmica dum plano de fomento eléctrico resume-se nos seguintes pontos:

a) Aumento do número e da potência unitária das centrais térmicas, e sua aproximação dos centros de consumo;
b) Diminuição do hinterland hidráulico;
c) Diminuição correspondente das distâncias de transporte e aumento da potência transportada;
d) Utilização das centrais atómicas.

É por isso que um plano de fomento não se elabora para servir de espelho a um narcisismo precioso: é uma simples orientação, a seguir dia dia, para ser adaptada também dia a dia às necessidades da nação e aos progressos da técnica.

7 — Uma vez estabelecida a lei da variação do consumo, e conhecidas por consequência as necessidades em futuro próximo, importa definir primeiramente o programa de realizações em matéria de centros de energia.

Cada país, naturalmente, começará por aproveitar, dentro do possível, os seus recursos próprios: o apetrechamento das fontes nacionais de energia é um imperativo político e económico a que ninguém hoje pode fugir. Podemos recorrer a duas origens principais: os aproveitamentos hidroeléctricos e as centrais termo-eléctricas. Não me refiro ao aproveitamento da energia das marés, da energia solar e dos ventos, que não poderá certamente produzir volumes de energia que sejam comparáveis com os provenientes de outras fontes, nem à energia atómica, que, como dissemos, levará ainda alguns anos a ser uma realidade industrial.

Em todos os países de recursos carboníferos abundantes, como os que estão incluídos na zona central da Europa, existe o predomínio da energia térmica: nos restantes países ou zonas, ao Norte e ao Sul, já a energia hidro-eléctrica tem a vantagem.

Os recursos hidráulicos, de carvão e de lenhite das 3 zonas encontram-se assim distribuídos: [9]

	Recursos hidráulicos	Carvão	Lenhite
Zona Norte . . .	35 %	0,1 %	—
Zona Centrál . .	16 %	98,5 %	92 %
Zona Sul	49 %	1,4 %	8 %

A relação entre a produção hidráulica e térmica tem-se mantido sensìvelmente constante; com efeito:

		Térmica	Hídrica
Europa	1938	62 %	38 %
	1951	62 %	38 %
U. S. A.	1938	66 %	34 %
	1951	76 %	24 %
U. R. S. S. . . .	1938	88 %	12 %
	1951	86 %	14 %

(9) Bibliografia n.º 4.

Esta permanência no índice (apenas na América acusa um aumento sensível) significa claramente que a política do aproveitamento das fontes de energia tem sido mantida com notável constância e em obediência aos imperativos de carácter económico e político já citados.

Definidos os recursos a utilizar, importa estudar a melhor localização das centrais: este problema interessa apenas às oficinas termo-eléctricas, pois a sua localização exige um aturado estudo comparativo entre os custos dos transportes da energia e do carvão: os parâmetros são muitos, mas chegar-se-á normalmente à conclusão que as lenhites ou os combustíveis muito pobres (da ordem das 3.000 cal/kg.) se deverão queimar à boca da mina e que os carvões ricos (com mais de 5.000 cal/kg) se deverão utilizar junto dos grandes centros de consumo.

Cada caso terá de ser estudado separadamente, pois o simples facto de se tratar duma central de trabalho permanente, ou, pelo contrário, de uma central de apoio e de reserva pode alterar por completo as conclusões do estudo.

8 — Para projectar a rede de transporte já é indispensável conhecer a distribuição dos grandes centros de consumo para dimensionar e estruturar as linhas de alta tensão. Torna-se ainda necessário estabelecer as artérias de ligação entre zonas ou países diversos, de predomínio hídrico ou térmico, de diferente regime hidrológico ou mesmo térmico (centrais de altos fornos, centrais de gases naturais, centrais de carvões mais ou menos ricos).

Neste capítulo de interligação, tanto entre zonas do mesmo país, como entre países diferentes, não devemos porém levar o nosso zelo muito longe, porque, ao fim e ao cabo, as trocas são insignificantes. Basta, para tirar esta conclusão, examinar alguns elementos estatísticos. Assim, por exemplo, as percentagens de energia exportadas na Europa em relação à produção total são as seguintes: ([10])

1937 — 1,3 %
1938 — 1,1 %
1948 — 1,3 %
1949 — 1,3 %
1950 — 1,3 %

([10]) Bibliografia n.º 4.

E não se julgue que o reduzido índice apontado provém de dificuldades de fronteiras da velha Europa: nos Estados Unidos, por exemplo, apenas 4,5 % da produção total foi exportada para fora das fronteiras dos diversos Estados.

A explicação do fenómeno é simples: a energia deve ser consumida o mais perto possível da fonte de produção, e, por isso, os transportes macissos de energia a distância longa são automàticamente reduzidos.

Por estas razões deve pôr-se de parte a ideia da criação duma super rede de muito alta tensão, à escala continental, sobrepondo-se às redes nacionais: as interligações far-se-ão progressivamente, à medida das necessidades, e só se passará dum nível de tensão para outro quando o primeiro se encontrar em vias de saturação e as potências e volumes de energia a transportar justifiquem tensão mais elevada.

9 — A rede de distribuição, finalmente, tem de se conceber para levar energia a todos os pontos, e deverá ser feita à escala da produção: isto é, se, por um lado, não faz sentido estrangular a produção, montando redes exíguas que não permitam o escoamento de toda a energia gerada, por outro lado é um contrasenso económico fazer redes dimensionadas com folga demasiada.

Os encargos de distribuição pesarão então de tal forma sobre o kWh distribuído, que o seu custo tornará impossível aumentar o volume das vendas, e, portanto, aproveitar a total capacidade instalada.

O equilíbrio entre os diversos estádios produção, transporte e distribuição é condição sine qua non para o desenvolvimento harmonioso do conjunto. Os investimentos devem estar distribuídos de maneira que à produção caiba cerca de 50 % e ao transporte e à distribuição outros 50 %.

10 — O problema dos investimentos a fazer apresenta uma considerável importância; é preciso não sacrificar a eficiência das realizações a economias que não se compadecem com a verdadeira estrutura do plano; mas é preciso também não realizar investimentos inúteis, sob a ideia dum falso critério de segurança, e que vão onerar fortemente o preço de custo e diminuir por consequência as possibilidades de expansão económica. Uma solução de compromisso entre

os dois extremos conduz justamente àquele equilíbrio que só a experiência e o sentido das realidades permitem alcançar.

Isto é particularmente verdadeiro para o fomento da electricidade: o material eléctrico, grosso modo, tem uma vida média de 30 anos; neste período de tempo, na hipótese de duplicação em 10 anos, o consumo é multiplicado por 8. Se a instalação existente permitisse a satisfação deste consumo, no termo da sua vida física teria de ser substituída por uma outra com uma capacidade 8 vezes maior. Na realidade, isto não sucede assim, porque correspondia a ter um capital improdutivo durante muito tempo. E os investimentos fazem-se sucessivamente, sempre subordinados à lei do crescimento do consumo e as novas instalações entram em serviço antes do desaparecimento ou substituição das existentes.

Quer dizer, tem de se adoptar a solução intermédia entre poderosas instalações que dêem para largos anos ou pequenas instalações que cubram uns escassos dois a três anos.

Para escolher o tipo da central mais conveniente, devemos fazer um balanço energético dos investimentos a realizar, para se conhecer o preço da caloria útil.

Teremos portanto de entrar em conta com todos os encargos provenientes das instalações a montar, desde aquelas que se referem ao capital até às despesas de exploração, e, determinar, para várias hipóteses, o preço, *em moeda estável*, da caloria útil produzida. Obteremos assim a melhor solução económica (que não coincidirá porventura com a melhor solução política) e que pode aliás ser alterada no decurso do tempo.

11 — O Parecer da Câmara Corporativa relativo ao Plano de Fomento Português dá justamente o necessário relevo ao problema da energia eléctrica, ao dizer logo de início: «O abastecimento de energia eléctrica do País, é, seguramente, a mais palpitante questão tratada no Plano, pelo seu carácter de exigência pública que não consente demoras, pela situação de insuficiência em que nos encontramos, apesar da obra já feita, e pelo grande volume de capitais que movimenta». Com efeito, dos investimentos previstos para a indústria, no total de 3.616 milhões de contos, destinam-se 2.736 milhões de contos (76 %) para a electricidade.

O estudo das necessidades de consumo e das possibilidades de produção (em ano médio) levou aos valores a seguir indicados:

	Produção		Consumo		Saldos	
	Permanente	Temporária	Permanente	Temporário	Permanentes	Temporários
	10^6 kWh		10^6 kWh		10^6 kWh	
1953	1.080	200	1.320	250	— 240	— 50
1954	1.160	210	1.440	250	— 280	— 40
1955	1.380	220	1.560	250	— 180	— 30
1956	1.640	260	1.690	250	— 50	+ 10
1957	1.780	270	1.820	250	— 40	+ 20
1958	2.060	290	1.960	250	+ 100	+ 40
1959	2.430	340	2.100	300	+ 330	+ 40

Precisamos de analisar atentamente estes números para lhes atribuir o seu exacto significado.

As produções referem-se a anos hidrològicamente médios, quer dizer, serão muito influenciadas pelas condições meteorológicas: e determinado ano, que no quadro acima apresenta um saldo positivo ou negativo, pode ver o saldo com sinal diferente, se o regime de chuvas não corresponder à média.

Consideremos o ano de 1953, que vai ilustrar de maneira flagrante estas considerações. A produção total hidroeléctrica deverá atingir os 1.000 milhões de kWh, contra os 1.280 milhões previstos no Plano; se considerarmos que todo o consumo electroquímico foi de energia temporária (ou, pelo menos, deve ser considerado como tal), teremos:

Energia permanente — 850 milhõos de kWh
Energia temporária — 150 milhões de kWh

Em relação às previsões a quebra foi de

Energia permanente — 230 milhões ou seja 21,3 %
Energia temporária — 50 milhões ou seja 25 %

Quer dizer, *um ano seco, como o de 1953*, altera por completo os números previstos pelo Plano, que adquirem assim o seu verdadeiro sentido, isto é, simples previsões correspondentes a determinadas hipóteses.

Vejamos agora o consumo; em 1953, segundo os números provisórios apurados, a produção total deve andar à volta de 1.400 milhões de kWh, inferior por consequência em 170 milhões de kWh (10,8 %) ao valor previsto no Plano. Considerando os consumos permanente e temporário obtemos os seguintes números:

Permanente — 1.250 milhões de kWh
Temporário — 150 milhões de kWh

E as diferenças em relação ao Plano serão então

Permanente 1.320 — 1.250 = 70 milhões de kWh (5,3 %)
Pemporário 250 — 150 = 100 milhões de kWh (40 %)

A quebra no consumo temporário é proveniente do mau ano hidrológico, e não merece por consequência qualquer comentário, visto os números do Plano se referirem a anos médios. No consumo permanente, dado que não houve restrições, porque a produção térmica supriu as faltas hidroeléctricas, a ligeira diferença provém de se ter admitido para 1952 um consumo superior ao verificado, e, portanto, os consumos subsequentes serão influenciados por esse facto: dentro da ordem das previsões, porém, os números do Plano estão certos, tanto mais que há sempre vantagem em prever com ligeiro excesso, para obter folgas que compensem anos hidrològicamente maus, crescimentos anormais do consumo ou eventuais atrazos na entrada em serviço de novos aproveitamentos.

Conclui-se assim que os saldos negativos previstos no Plano não correspondem a falta de energia: são déficits de produção hidroeléctrica que serão cobertos pela produção térmica.

A análise dos números inscritos no Plano como evolução do consumo permanente permite verificar que se adoptou uma taxa média de crescimento decrescente de 9,1 % no primeiro ano e 7,1 % no último, com o valor médio de 8 %, ou seja, duplicação em 9 anos.

Em 1953, o consumo permanente acusou, em relação a 1952, um aumento de 10 %. E nos últimos 20 anos (1933 a 1953) a produção total passou de 302 milhões de kWh para 1.339 milhões de kWh, isto é, foi multiplicado por 4,4 que corresponde à duplicação em cerca de 9,5 anos, taxa média de 7,8 %.

Uma vez fixada a lei de evolução do consumo, e, por consequência, das necessidades, definiu-se o plano de construção dos elementos de produção.

Para a escolha das centrais hidroeléctricas a construir tiveram-se em conta os seguintes elementos: ([11]) «o preço de custo do kWh produzido, o grau de regularização, dependente de ser mais necessária em dada época a energia de inverno, a energia de verão ou a energia regularizada todo o ano; a potência instalada, subordinada ao volume das necessidades a suprir em potência ou energia; a continuidade da marcha dos estaleiros, aconselhando a construcção sucessiva de centrais vizinhas; a melhoria que uma central construída a montante pode trazer sobre as centrais de jusante; o tempo de construção ou avanço do projecto, quando haja urgência em conseguir ràpidamente a entrada em serviço da nova unidade; por último, a localização, dependente da posição dos consumos a servir, porque o transporte mais curto é mais seguro e mais barato, sabido que sob esse aspecto a posição óptima da fonte é o centro de gravidade dos consumos».

Foi em face dessas considerações que se decidiu completar os aproveitamentos do Zêzere e do Cávado e iniciar os trabalhos do aproveitamento da bacia hidrográfica do Douro.

Este esquema será completado por uma central térmica a construir junto às minas de antracite do Norte do País, destinada a servir simultâneamente de apoio à rede primária em anos secos, e a garantir o consumo dos carvões pobres.

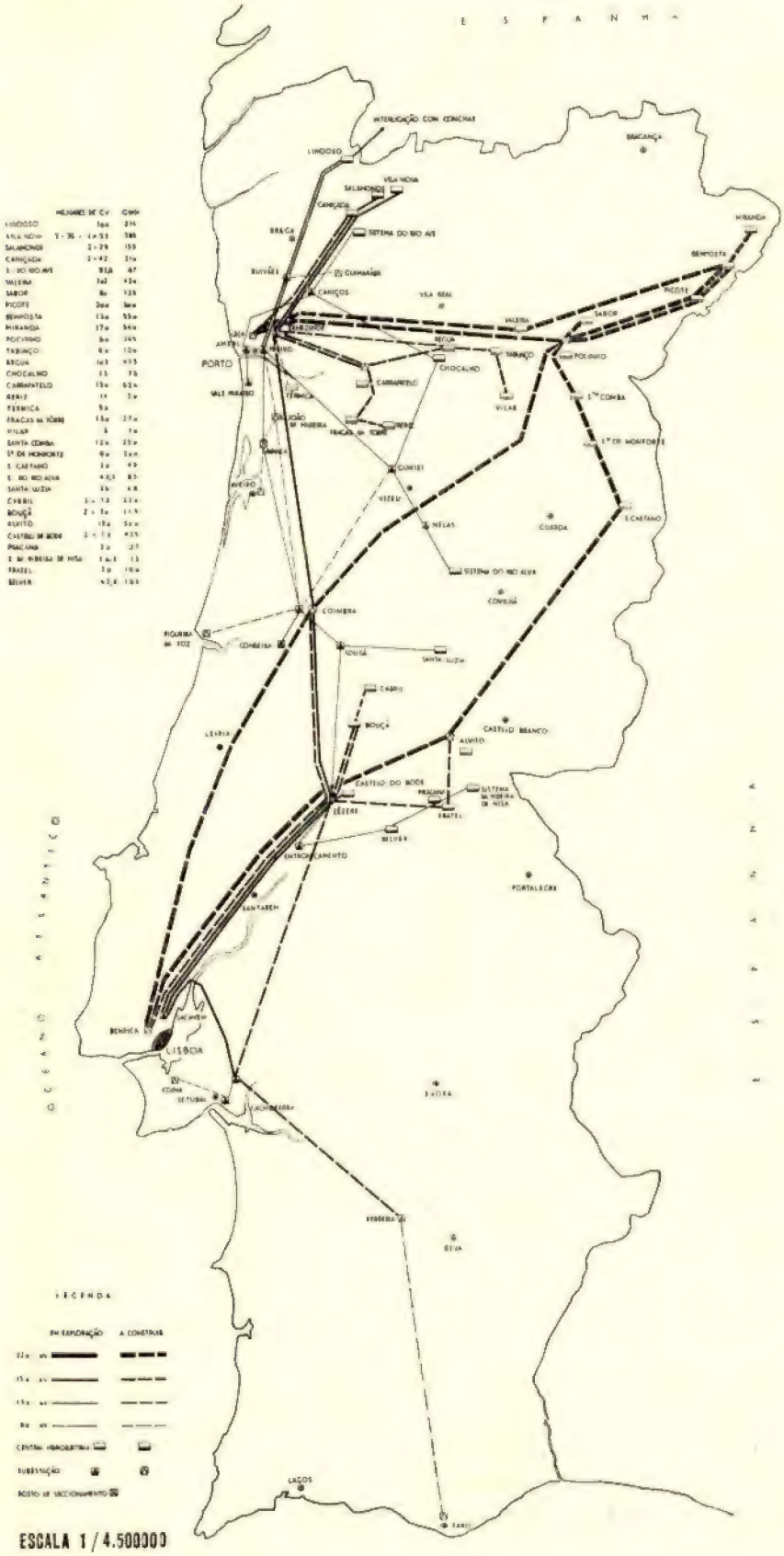
Quanto à rede de transporte, admite-se a necessidade de ampliar a rede actual a 150 kV, e sobrepor uma nova rede a 220 kV, imposta pelo aproveitamento do Douro Internacional, pois, as quantidades de energia a transportar e as distâncias aos centros de consumo exigem uma tensão mais elevada.

No que se refere à distribuição o Plano considera a necessidade de ampliar e remodelar as redes actuais, de forma a garantir o escoamento da energia produzida.

Na carta junta representamos as centrais já construídas e a construir em obediência ao Plano, e o ante-projecto da rede de transporte que deve

([11]) Bibliografia n.º 2.

PLANO DA REDE DE TRANSPORTE PORTUGUESA



TÉCNICA
13

interligar os centros de produção com os centros de consumo.

12 — O Plano de Fomento Português, estabelecido para o período 1953-1958, considerou toda a actividade económica da nação, examinando as necessidades e a evolução futura da agricultura, das minas, da energia eléctrica, da siderurgia, da refinação de petróleos, dos adubos azotados, da folha de Flandres, da celulose e papel e das comunicações e transportes.

Neste balanço total a energia eléctrica tem um papel de relevo, pois, justamente, se entendeu ser ela a chave da abóbada do edifício industrial que se pretende erigir e completar.

Em 1901, escrevia Anselmo de Andrade: «não há erro económico mais perigoso do que a industrialização de um país, quando nele faltam apropriadas condições. Onde as matérias-primas faltam e onde o carvão de pedra não existe, as indústrias só podem medrar à sombra de protecções caras».

A energia eléctrica veio alterar este condicionamento, criando as «condições apropriadas» para o desenvolvimento industrial.

Desta forma, países de fracos recursos em matérias-primas, como Portugal, puderam, não transformar-se em grande potência industrial, mas adquirir uma certa independência económica, aquela independência que consiste em cada um valorizar os seus recursos próprios, podendo assim elevar o nível de vida da sua população e libertar progressivamente o indivíduo da dura servidão dos trabalhos pesados. Esta é a missão civilizadora da electricidade.

Resumo

Entre as diversas fontes de energia a electricidade é a menos importante de todas sob o aspecto quantitativo, representando apenas 5,1 %.

Tem porém papel de relevo no mundo de hoje, pela sua utilidade, constituindo a base de industrialização de qualquer país; os investimentos nesta indústria representam a percentagem mais elevada.

Os consumos aumentam sempre, em progressão geométrica, e não se vislumbram quaisquer indícios de saturação. Na elaboração dum plano de fomento deverá por consequência atender-se a esta lei de crescimento, e ainda a todas as inovações de carácter técnico que possam surgir. Por isso, se tem de encarar um Plano de Pomento como sendo de natureza essencialmente dinâmica, devendo adaptar-se a todo o momento à conjuntura.

Para a escolha do melhor sistema de produção de energia deve-se determinar o preço da caloria útil e fixar a localização das centrais térmicas; as redes de transporte e de distribuição devem ser projectadas tomando em conta a localização das cargas, com folga suficiente para não estrangular a produção, mas não tão elevada que o kWh transportado e distribuído apresente um custo proíbitivo.

Os números referentes à produção de energia eléctrica incluídos no Plano de Fomento Português, comparados com os valores de 1953, mostram que as previsões foram feitas com ligeira folga, o que tem a maior vantagem.

A energia eléctrica criou em Portugal o clima propício à industrialização, que segue em ritmo acelerado.

Résumé

Parmi les différentes sources d'énergie, l'électricité est celle qui a la moindre importance sous l'aspect de quantité, car elle correspond seulement à 5,1 %. Mais sous l'aspect de l'utilité, le problème est tout à fait différent, parce que l'energie éléctrique est la base de l'industrialisation de tous les pays; les investissements dans l'industrie électrique représentent le pourcentage le plus élévé.

La consommation augmente toujours, en progression géometrique, et il n'y a pas de raison pour penser que la cadence de developpement va s'affaiblir. Quand on prépare un Plan Économique em doit respecter cette loi de croissance et aussi toutes les inovations techniques qui peusevent apparaître.

C'est pourquoi um Plan Économique est de nature dynamique, devant toujours s'adapter à la conjoncture.

Pour faire le choix du meilleur système de production d'énergie, on doit calculer le prix de revient de la calorie utile et fixer l'emplacement des centrales thermiques; les réseaux de transport et de distribution doivent être capables d'alimenter les centres de consommation avec une marge suffisante pour ne pas étrangler la production,

mais pas si elevée que le prix de revient du kWh ne devienne prohibitif.

Les chiffres se rapportant à la production de l'énergie électrique du Plan Économique Portugais comparés à ceux obtenus em 1953 montrent que les prévision dépassent légèrement la réalité, ce qui a le plus grand avantage.

L'énergie électrique a donné au Portugal le climat necéssaire pour l'industrialisation, qui se poursuit sans cesser.

SUMMARY

Quantitatively, electricity is the least important of the various sources of energy. It represents only 5,1 % of the total.

From the standpoint of utility, the position is quite different. Electric power is the foundation of industry in all modern countries, where the investments in the electrical industry are of a very high order.

The consumption of electric energy is steadily increasing in a geometric progression, with no sign of a saturation of demand.

An Economic Program must respect this geometric law as well as consider the technical progress that may occur in the industry.

Consequently, an Economic Program must be essentially dynamic and adapt itselt to changing conditions.

In the choice of a system of power production, the cost price of the useful calorie must be calculated and the location of thermo-electric stations must be determined, the transmission and distribution systems must be so developed that they may properly supply the consumers, with a sufficient margin to meet increasing production, yet commensurated wtih a reasonable price per kWh.

The figures of the production of electric power in the Portuguese Economic Program compared with those actually realized in 1953 show that the previsions have exceded reality. This may be considered a highly satisfactory condition.

Electric power has given to Portugal an increasingly favorable atmosphere for industry.

BIBLIOGRAFIA

1 — *Perspectives offertes par le progrés tecnique dans la production de l'énergie électrique* — Étude preparée par la Section de l'Energie Électrique Nacions Unies, Commission économique pour l'Europe — Genève, Août 1952.

2 — *Plano de Fomento* — Volume I — Edição do Ministério da Economia e do Ultramar — 1953.

3 — *Recent Developments in the Electric Power Situation in Europe* (1951-1952) — Study by the Electric Power Section — United Nations, Economic Commission for Europe — Geneva, March 1953.

4 — *Les Mouvements d'Énergie Électrique à trowers les frontières des Pays Européens* — Étude preparée par la Section de l'Énergie Électrique — Nations Unies, Commission Economique pour l'Europe — Genève, Août, 1952.

5 — *L'architecture des Réseaux Électriques* par Pierre Ailleret — Extrait du Bulletin de l'Union des Exploitations Électriques en Belgique, n. 1 — Mars 1952.
Circulaire Périodique de l'Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie Électrique.

6 — N.º 18 — 1.º trimestre 1952.

7 — N.º 19 — 2.º scmestre 1952.

8 — *Repartidor Nacional de Cargas* — Relatório e Estatística Anual — 1952.

9 — *Repartidor Nacional de Cargas* — Estatística mensal — Dezembro, 1953.

10 — *Estatística das Instalações Eléctricas em Portugal* — 1952.

11 — *Rapport de la Commission Nationale pour l'Étude du Nouveau Statut de l'Éléctricité* — Bruxelles 1951.

NA CAPA

Ponte sobre o rio Cávado, na albufeira da Caniçada

É uma ponte rodoviária construída para substituir uma ponte de alvenaria do traçado da E. N. 304 que vai ficar submersa pela albufeira criada pela barragem da Caniçada, 3.º escalão da Hidro Eléctrica do Cávado, que se nota em segundo plano.

Pormenor do coroamento dos pilares e dos aparelhos de apoio móveis da superestrutura

A ponte é estruturalmente constituída por um tabuleiro de betão armado do tipo viga contínua de altura muito variável, vasada na zona dos apoios. Tem 6 vãos intermédios de 23 m e dois vãos extremos de 19 m perfazendo o comprimento total, incluindo encontros, 206 m.

A superestrutura é formada por duas vigas principais de banzo inferior curvilíneo contraventadas por nervuras e que suportam a laje do tabuleiro a qual tem uma faixa de rolagem de 6 m e dois passeios laterais de 1 m cada um.

Apoia nos pilares por intermédio de rolos de betão armado de grande diâmetro (1,4o m).

A característica principal da ponte reside na concepção dos pilares. São estes de alvenaria de pedras regulares não aparelhadas, de secção losangular ôca. Têm os mais altos, a contar do terreno, 58 m e as diagonais do losango externo da secção transversal medem, 4 m a menor e 8 m a maior.

A espessura das paredes dos pilares, dada por uma única pedra, é de 0,30 m nos primeiros 22,50 m a contar de cima e de 0,40 m na parte restante.

As paredes de alvenaria dos pilares possuem cintas de contraventamento de betão armado todos os 4,40 m de altura. Os coroamentos e os embasamentos dos pilares são também de betão armado.

Os encontros são de alvenaria.

A ponte, mandada construir pela Hidro Eléctrica do Cávado para ser entregue à Junta Autónoma de Estradas, foi executada pela Empresa NOVOPCA, em pouco mais de 1 ano e importou em cerca de 4.500 contos.

Muito perto desta obra de arte foi construída em idênticas condições uma outra inteiramente análoga sobre o rio Caldo e que se vê na fotografia em terceiro plano, ainda com parte dos cavaletes de apoio dos moldes da emperestrutura.

EDGAR CARDOSO

PARA: AUTOMÓVEIS, MOTOS
CAMIONETAS, ETC.

BATERIAS

Tudor

PILHAS SECAS

PARA: LANTERNAS, CAMPAINHAS, RADIORECEPTORES, TELEFONES, TELÉGRAFO, SINALIZAÇAO, APARELHAGEM MEDICINAL, APARELHOS DE SURDEZ, ETC.

SOCIEDADE PORTUGUESA DO ACUMULADOR Tudor

ADMINISTRAÇÃO E ESCRITÓRIOS:
AV. FONTES PEREIRA DE MELO, 12
TELEFONES P. B. X.
5 1947 - 5 7104 - 5 7105
LISBOA

FÁBRICAS:
DAFUNDO
E
CASTANHEIRA DO RIBATEJO

OFICINAS E VENDAS:
R. DO ALECRIM, 99
TELEF. 2 0823
AV. ALMIRANTE REIS, 68
TELEF. 5 1948
R. FR. METRÁSS, 8-A
TELEF. 66 16 88

BIRLEC LIMITED

BIRMINGHAM — Inglaterra

Os Fornos Eléctricos «BIRLEC» — da mais elevada concepção e fabrico — garantem a obtenção de um perfeito tratamento térmico.

Fornos especiais para:

Temperar, Revenir, Recozer, Cementar, para cerâmica e aquecimento por indução a alta frequência.

Agentes:

AHLERS, LINDLEY, L.DA

Rua Ferregial de Baixo, 33 - 2.º

LISBOA

Telefone 21321/4

C. D. 621.365.2

FORNOS TRIFÁSICOS, DE ARCOS INDIRECTOS

PELO ENG.º DIPL. (I. S. T.) VÍTOR PINTO PINHEIRO
Assistente I. S. T.

Dos fornos metalúrgicos, aqueles cujo processo de aquecimento é tal que permite obter metais fundidos sem que a sua composição química tenha sido alterada em virtude da presença do agente térmico empregado, têm um real interesse prático; nomeadamente em relação aos fornos em que se emprega carvão misturado na carga, caso em que não só o carbono como outros elementos presentes nas cinzas aparecem na composição do metal sangrado e, quase sempre, como impurezas nocivas.

O problema tem particular interesse não na obtenção de metais brutos, mas nos processos de afinação, de refusão e de composição de ligas especiais, tanto para metais ferrosos como para ligas metálicas não ferrosas.

No domínio dos fornos eléctricos, já de si caracterizados de maneira geral pela maior facilidade de fornecer produtos isentos de impurezas, deve-se distinguir sob este aspecto dois tipos de fornos: os fornos de aquecimento directo, em que a carga serve de resistência ou forma um dos polos do arco, e os fornos de aquecimento indirecto, nos quais a corrente atravessa resistências especiais ou em que o arco é independente do material a aquecer, recebendo calor por irradiação. Qualquer uma destas categorias contém tipos de fornos em que o aquecimento é feito por resistência, por arco ou por indução.

Os fornos de aquecimento indirecto por arco, únicos que aqui nos interessam, caracterizam-se pela presença de um ou vários eléctrodos de polaridade diferente colocados próximo (e acima) da carga a aquecer, não contactando com esta; o conjunto encerra-se num recinto isolado com materiais refractários que constituem soleira e abóbada. O calor que esta recebe, irradiado pelo arco, é reflectido para a carga. O circuito eléctrico é independente do revestimento e do material metálico.

Com estes princípios genéricos, existem realizações industriais com eléctrodos de carbono, quando a corrente é fornecida a baixa tensão os eléctrodos serão horizontais, verticais ou oblíquos, sendo de notar no entanto que o arco salta num único ponto, do qual se origina o aquecimento. Com vantagem, podem mesmo aplicar-se fornos rotativos com eléctrodos horizontais oferecendo a particularidade apreciável de que cada parte do revestimento funciona ora como soleira, ora como abóbada, evitando-se sobreaquecimento, embora à custa de um maior desgaste mecânico.

Têm aqui menos interesse os fornos de eléctrodos metálicos recebendo a energia em alta tensão.

A mais recente realização industrial de fornos de aquecimento indirecto por arco consiste no forno designado «Pechyney-Cartoux», o qual se caracteriza pela utilização não só de um arco, mos de três arcos distintos, tal como no forno trifásico do tipo Heroult, de aquecimento directo. Esta concepção apresenta, entre outras vantagens, a possibilidade de dispor de unidades de grande potência com um elevado valor de cos φ, do que resulta economia de construção e a possibilidade de ligação do forno à rede trifásica sem necessidade de bobines de equilíbrio.

Este forno difere do forno trifásico normal visto que neste ou a soleira ou o banho funcionam como neutro, enquanto que no tipo trifásico de aquecimento indirecto não tem qualquer interferência no sistema de aquecimento; são substituídos por três contra-eléctrodos horizontais deslocáveis. Dispõe-se assim de três pares de eléctrodos independentes, formando três arcos dispostos a 120º uns dos outros, com posições variáveis dentro do forno, o que dá lugar a três focos de aquecimento que se podem deslocar segundo o eixo dos eléctrodos.

Assim se obtém um aquecimento uniforme do material carregado em toda a extensão do forno, evitando que o revestimento seja deteriorado com mais facilidade naqueles pontos em que o calor se concentra.

O primeiro forno experimental deste tipo, funcionando no Laboratório de Electrotermia da Companhia Pechyney, permitiu por ensaios sucessivos verificar as boas condições gerais de marcha, sem que a presença de três eléctrodos de fases muito próximas causasse dificuldades de ordem eléctrica, e mostrou que o acesso livre do ar, dando origem a uma atmosfera muito oxidante se traduzia por um consumo elevado de eléctrodos.

O esquema genérico do forno de ensaio corresponde ao da figura 1; note-se que o perfil da cuva do forno pode ser qualquer e que uma forma aproximadamente esférica seria a mais conveniente, se a presença de três fontes de calor e a dificuldade de montagem do revestimento não aconselhassem a forma cilíndrica de geratriz não muito superior ao diâmetro.

Como resultado definitivo dos ensaios realizados surgiu o forno de aquecimento indirecto, de arcos, na sua forma actual, com sistema de eléctrodos fixos em torno dos quais oscila a cuva, fazendo-se a ligação entre a parte móvel e a parte fixa por meio de uma junta de dilatação estanque; pode assim operar-se com atmosfera controlada e adoptar regulação automática dos eléctrodos.

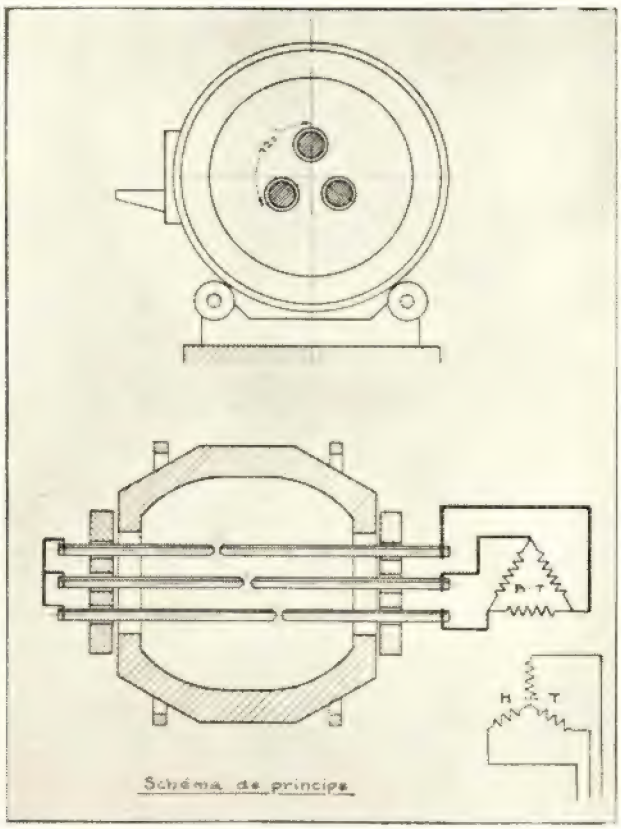


Fig. 1

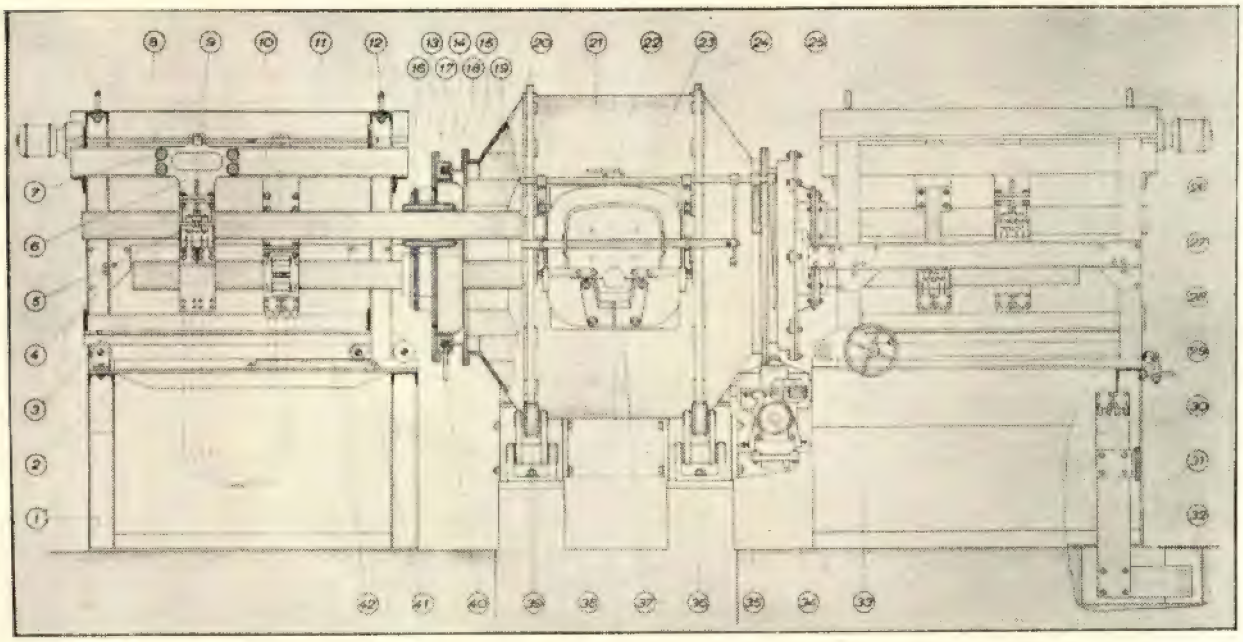
Dispondo-se de três eléctrodos colocados simétrica e paralelamente em torno de um eixo horizontal e afastados de 120º no espaço, pode-se aproximar dois deles do banho metálico sobre o qual irradiam directamente, ficando apenas o terceiro mais próximo da abóbada, que reflectirá o calor recebido. Cada arco tem uma posição e um volume de chama controlado e proporcionado à zona a cujo aquecimento está afectado.

Na figura 2 mostra-se um corte e elevação do forno Pechyney, que dispensa descrições mais longas.

A cuva é semi-rotativa nos dois sentidos apoiando-se em rolamentos de esferas ou em rodas dentadas, conforme a capacidade do forno; as pinças dos eléctrodos tem alhetas de refrigeração ou são arrefecidas por circulação de água; o comando do forno é feito a distância por meio de volante, efectuando-se a carga e a sangria pela

mesma porta, imobilisando-se o forno em qualquer posição por meio de um travão electromagnético, o que facilita a sangria.

A regulação automática dos eléctrodos, de concepção Secheron, assegura a regulação eléctrica a $\pm 1\ ^0/_0$, o que reduz o consumo de energia ao



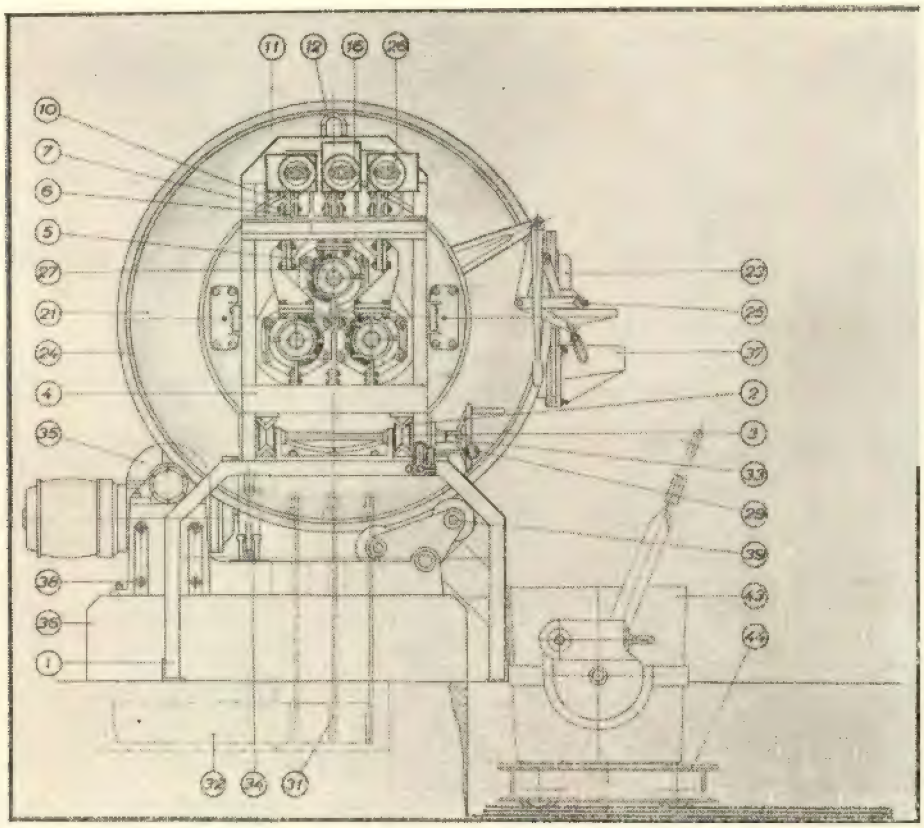


Fig. 2

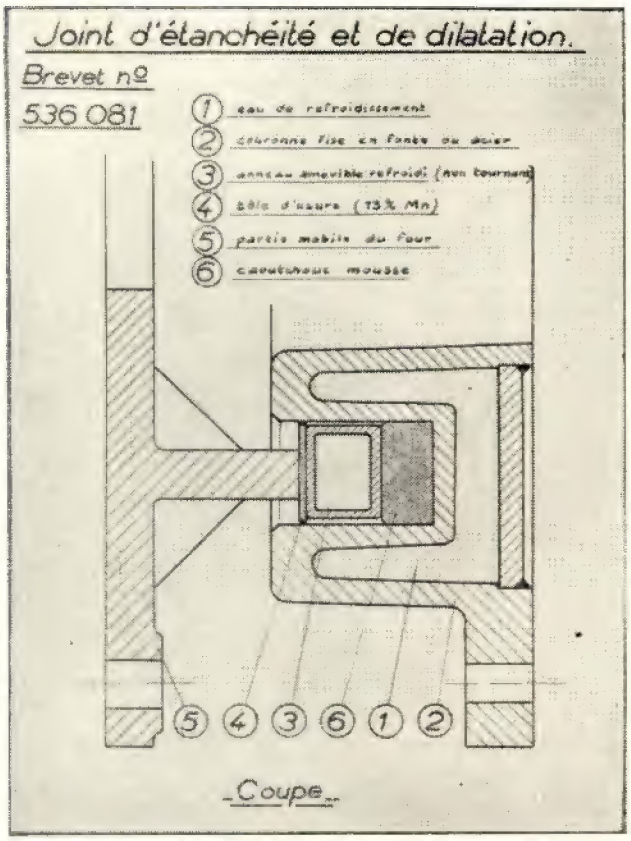


Fig. 3

mínimo e facilitando enormemente a condução das operações.

A junta de dilatação, esquematizada na fig. 3, compõe-se de uma junta em borracha esponjosa alojada numa câmara com arrefecimento por água bastante eficaz, de modo que a sua temperatura se mantém abaixo de 20 °C. quando a temperatura no laboratório do forno atinge os 1800 °C.; desta junta de dilatação estanque dependem duas características muito importantes do forno: a possibilidade de marcha com atmosfera controlada e o baixo consumo de eléctrodos, bem como a imobilização destes durante a rotação da cuva.

Tem particular importância a montagem descrita porque a junta de dilatação permite uma substituição muito rápida da cuva, do que resulta poderem encarar-se as mais diferentes fabricações na mesma unidade, montando de cada vez a cuva mais apropriada.

O revestimento é constituído por tejolos refractários talhados de maneira conveniente e comporta uma camada de isolamento e outro de revestimento do laboratório; as partes laterais, móveis, são substituídas raramente (uma vez por

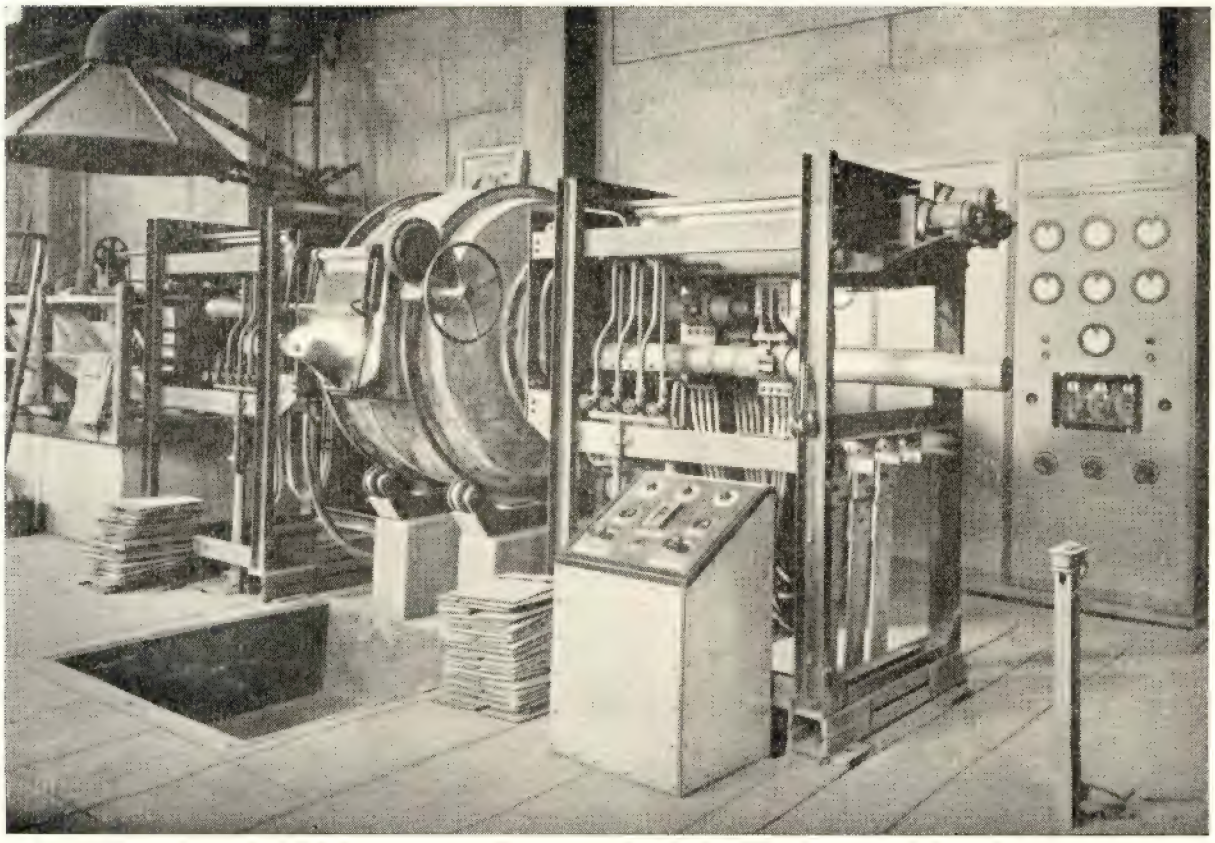


Fig. 4 — Forno de arcos indirectos, durante a marcha

ano, em utilização contínua); o material empregado é silimanite ou magnesite. O revestimento do laboratório apresenta uma grande duração; numa campanha verificaram-se 700 sangrias de ligas à base de cobre, elaboradas a 1700 °C, número extremamente elevado.

Quando uma das partes laterais é móvel pode revestir-se o forno com apisoado de magnesite, o qual depois de aglomerado por aquecimento, com o forno já montado, se comporta sensìvelmente como o revestimento de tejolo.

Este tipo de forno, especialmente indicado para a fusão de gusa corrente ou de composição especial, de ligas de cobre, manganés, silício, crómio, etc., tem particular interesse para a produção de aços especiais. Pode construir-se em unidades cuja capacidade varia desde 400 a 500 kg por operação até algumas dezenas de toneladas.

Dão-se a seguir os resultados metalúrgicos de ensaios oficiais realizados no forno protótipo de 400 kg, do Laboratório de Electrotermia de Pechyney, o qual sendo um forno de ensaio, se aplica na produção normal de ligas de cobre e de gusa mecânica.

A — *Resultados de exercício normal*

produção de gusa mecânica:

energia 550 - 600 kWh/ton
electrodos 3,5 kg grafite/ton
tempo 50 min./400 kg

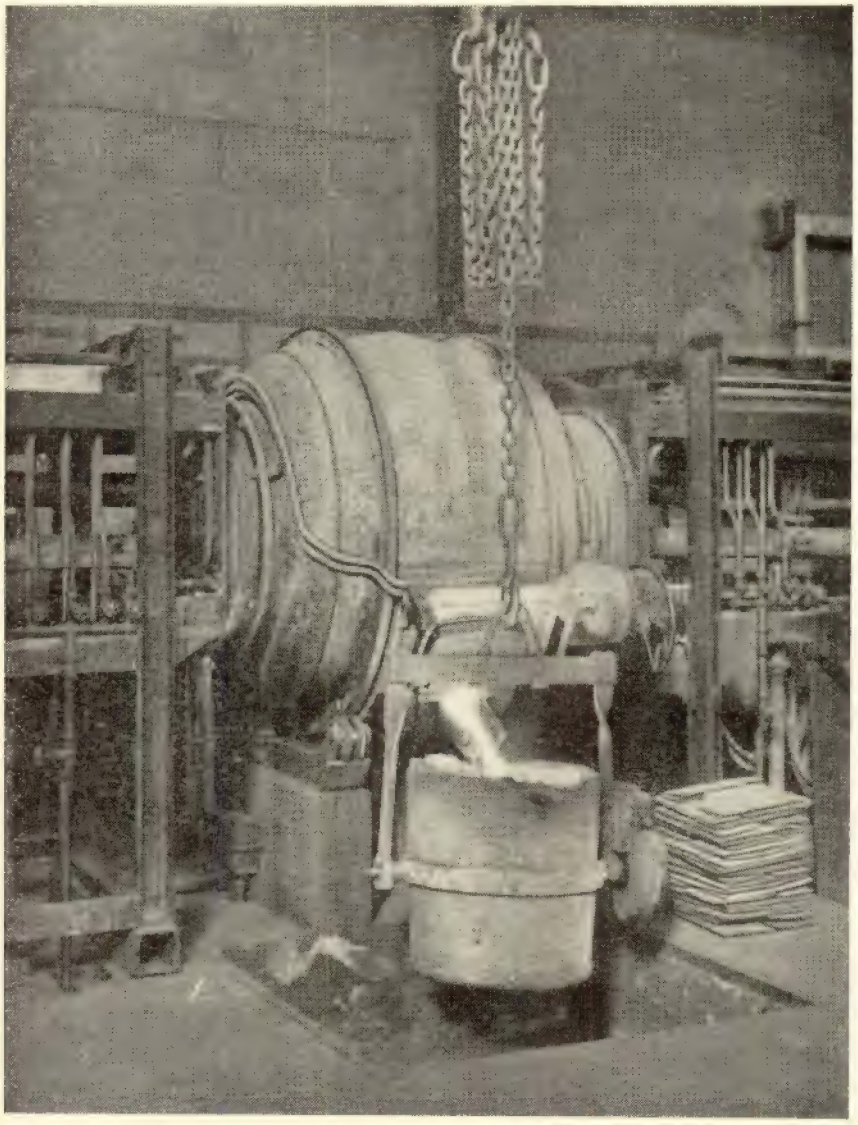


Fig. 5 — Forno de arcos indirectos durante a sangria

ligas à base de cobre:

energia 600 kWh/ton (Cu-Si a 12 %)
800 kWh/ton (Cu-Mn a 30 %)
electrodos 2,4 kg grafite/ton
revestimento 10 kg/ton.

B — *Resultados de ensaios oficiais*

carga 400 kg gusa em lingotes (amostra A)
fusão I = 1300 - 1500 A
V = 125 V
t = 65 min. (forno quente); gusa a 1400° C
energia/ton 667 kWh

(amostra B)

conservação I = 500 - 1000 A
(1 hora) V = 115 V
t = 60 min.
gusa a 1500° C
revest. a 1700° C
energia/ton 245 kWh/ton

(amostra C)

conservação I = 500 - 1000 A
(2 horas) V = 115 V
t = 60 min.
gusa a 1530° C
revest. a 1600° C
energia/ton 222 kWh

(amostra D)

conservação I = 500 - 1000 A
(3 horas) V = 115 V
t = 60 min.
gusa a 1530° C
revest. a 1600° C
energia/ton 222 kWh

(amostra E)

sangria — colheita da amostra F

C — *Resultados das análises*

Compos. / Amostras	C	Si	S	P	Mn
A	3.2	1.75	0.019	0.16	0.43
B	3.01	1.5	0.019	0.16	0.46
C	2.91	1.54	0.018	0.15	0.43
D	3.2	1.53	0.021	0.16	0.46
E	3.17	1.55	0.020	0.12	0.46
F	3.15	1.6	N. D.	0.18	0.46

D — *Outros ensaios sobre a mesma gusa*

carga 400 kg de gusa em lingotes (amostra $A_1 <> F$)
fusão I = 1200 — 1400 A.
t = 51 min.
gusa a 1200 — 1250 °C
energia / ton. 605 kWh.
pot. média 275 kW

(amostra B_1)

conservação I = 1400 A.
gusa a 1350 °C.
energia 333 kWh / ton.
adição de 5,6 kg. de restos de eléctrodos de carbono amorfo

(amostra C_1)

após 15 min. (amostra D_1)

E — *Resultados das análises*

Compos. / Amostras	C	Si	S	P	Mn
A_1	3.15	1.6	N. D.	0.18	0.46
B_1	3.11	1.9	0.046	0.22	0.43
C_1	3.12	1.92	0.052	0.28	0.43
D_1	3.36	1.98	0.051	0.299	0.51

Como se verifica, não há perdas de metal nem variações sensíveis de composição, o que aconselha o forno para metais especiais e fundição; não há lugar a oxidação dada a atmosfera de trabalho controlada.

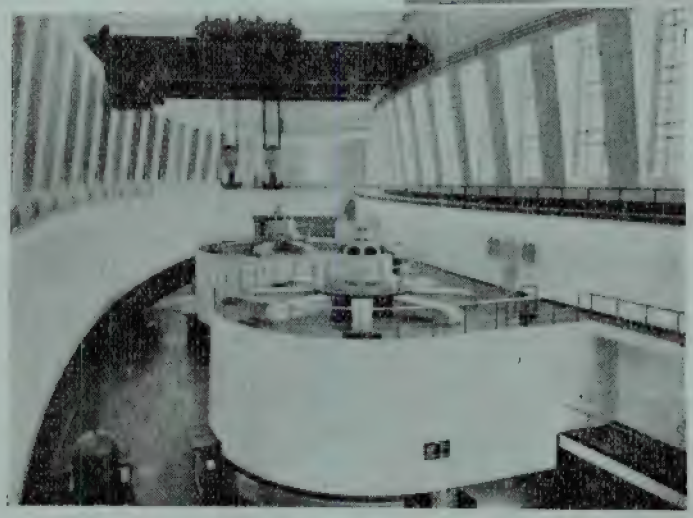
SOCIÉTÉ ALSTHOM — PARIS

ALGUMAS REALIZAÇÕES

Central de Carling

Turbo-alternador 110.000 KW.
14.500 V — 3.000 r p m — 50 hZ

Central «André Blondel»
(DONZÈRE-MONDRAGON)
Sala de Comando



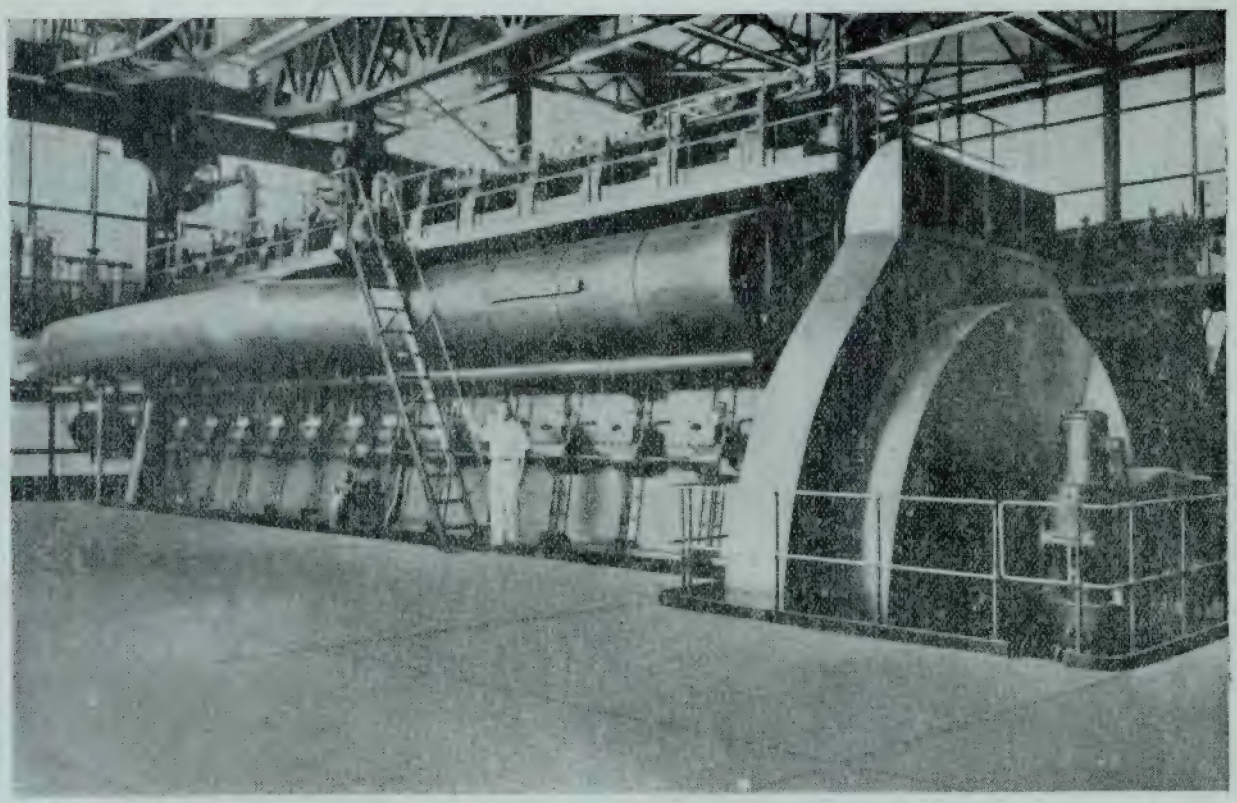
Central de Chastang

Alternadores de 90.000 kVA
15.000 V. — 150 r p m — 50 hZ

DELEGADOS EM PORTUGAL

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos INDUSTRIAIS, 4, 1.° (às Cortes) • LISBOA • Telefs. 66 06 92 - 66 60 82



Duas das

Maiores Instalações Diesel no Hemisfério Ocidental Resolvem o Problema da Anglo-Lautaro

Dois Novos Motores de 9600 C. Permitem à Moderna Corporação Chilena de Nitratos uma Potência Total de 30.000 C. Nordberg

Esta é a história da nova instalação Diesel recentemente acabada de montar pela Anglo--Lautaro Nitrate Corporation em Coya Sur, no centro da sua vasta exploração industrial, situada entre as fábricas Maria Elena e Pedro de Valdivia, no norte do Chile.

Com a experiência adquirida na instalação da potente aparelhagem Nordberg-Diesel de 7100 C. em Pedro de Valdivia, seguida por outras duas de 1900 C. Nordberg-Diesel em Maria Elena, os técnicos da Anglo-Lautaro recorreram novamente à Nordberg para conseguirem a solução eficiente e económica dos seus problemas de aumentarem a energia disponível a fim de garantir a expansão da sua produção de nitratos.

O problema foi resolvido com dois motores Nordberg-Diesel de 12 cilindros — 2 ciclos — tendo cada um deles a potência de 9600 C. ao nível do mar, correspondente a 8.950 C. na altitude de 4.166 pés a que foram instalados. Cada um destes motores acciona um gérador de 7000 KW.

Ao empregar não só dois dos mais potentes motores construídos no Hemisfério Ocidental, mas, também, as mais modernas teorias na elaboração dos planos de construção e funcionamento de géradoras de energia, a nova fábrica Diesel de Coya Sur é um exemplo notável da maneira como a indústria moderna está a ser servida por Motores Nordberg eficientes e económicos.

CONSTRUTORES DOS MAIORES MOTORES AMERICANOS H. D.... DE 10 A MAIS DE 10.000 C.

NORDBERG MFG. CO., Milwaukee, Wisconsin, U.S.A. END. TELEG. NORDBERG

LONDON
19 Curzon St., W.I.

JOHANNESBURG
42 Marshall Street

MEXICO, D.F.
Dolores 3

REPRESENTANTES NAS PRINCIPAIS ÁREAS COMERCIAIS DO MUNDO

XD254

C. D. 536.1 : 532.5

Correlação entre os princípios da Termodinâmica e a Dinâmica dos Fluidos

PELO ENG.º QUÍMICO (I. S. T.) ANTÓNIO SALES LUÍS

I — Introdução

Pretende-se, neste artigo, fazer o estudo do movimento, em canalizações, dos gases e líquidos newtonianos, isto é, dos fluidos cujas propriedades de consistência são independentes do esforço de corte. Admitiremos que o movimento é permanente. Como se sabe, o movimento pode ser estável ou instável, fornecendo o número de Reynolds um critério prático para ajuizar tais condições (valor limite corrente: 2×10^3). No caso do movimento viscoso, as linhas de corrente são sensìvelmente paralelas ao eixo da conduta; a velocidade local v varia de ponto para ponto, decrescendo do centro para a periferia segundo uma lei que, teòricamente, é parabólica fig. (1). É de notar que, segundo as experiências realizadas por Rothfur e Prengle, a partir de $N = 9 \times 10^2$ verifica-se a existência de pequenos movimentos oscilatórios que, para valores de N superiores a 2×10^3, degeneram em franca turbulência. No entanto, para fins práticos, é costume considerar $N = 2 \times 10^3$ como valor limite do regime viscoso. No caso do movimento turbulento, a distribuição da velocidade local pode representar-se segundo a curva apresentada na fig. 1.

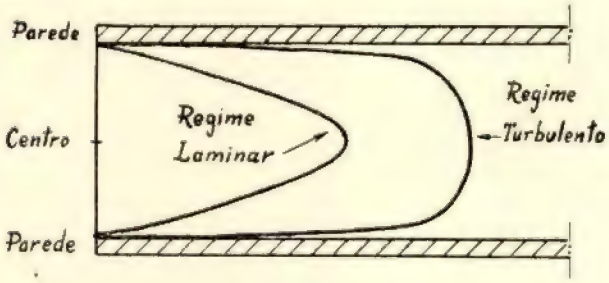


Fig. 1

Como se sabe, na prática, em virtude da velocidade local v variar de ponto para ponto duma mesma secção recta, é costume considerar-se de preferência a velocidade V a que se dá o nome de velocidade média. Esta representa o caudal em volume q que passa numa secção recta, por unidade de área dessa secção:

$$V = \frac{q}{S}$$

No caso dos líquidos, em canalizações de secção recta constante, a velocidade média V é a mesma para todas as secções. Na verdade, não havendo acumulação de matéria, o caudal em massa m é constante:

$$m_1 = m_2 = \text{constante}$$

Como:

$$m = \rho q$$

vem:

$$\rho_1 q_1 = \rho_2 q_2$$

ou:

$$\frac{\rho_1 V_1}{S_1} = \frac{\rho_2 V_2}{S_2}$$

Sendo os líquidos fluidos incompressíveis, $\rho_1 = \rho_2$. Para os gases, como a pressão à entrada é superior à pressão à saída da canalização, o caudal em volume vai aumentando e, portanto, a velocidade à saída é superior à velocidade à entrada. É de notar que, para uma dada pressão e temperatura, a velocidade máxima que a corrente gasosa pode atingir é a velocidade de propagação do som, nessas condições. Como se sabe, a essa velocidade dá-se o nome de velocidade sónica e o seu valor é:

$$c = \sqrt{\gamma \cdot p \cdot v}$$

em que:

p . . . pressão

v . . . volume específico

$\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ . . . relação entre os calores específicos a pressão e a volume constante.

Admitiremos, neste trabalho, que as perdas de

energia por irreversibilidade [1] são calculáveis a partir da fórmula de Darcy. Referida à unidade de peso do fluido, esta escreve-se para um troço elementar de comprimento ∂L:

$$\partial H = \frac{f}{\bar{r}} \cdot \frac{V^2}{2g} \cdot \partial L$$

em que:

H ... perda de carga
f ... coeficiente de atrito
$\bar{r}$ ... raio hidráulico. Para canalizações de seeção recta circular:

$$\bar{r} = \frac{D}{4}$$

sendo D o diâmetro
V ... velocidade média
g ... aceleração da gravidade

O coeficiente de atrito depende do número de Reynolds. Em regime laminar, é inversamente proporcional a esse número:

$$f = \frac{16}{N}$$

o que é consequência da conhecida fórmula de Poiseuille:

$$\partial H = \frac{8\,\mu}{\bar{r} \cdot D \cdot g \cdot \rho} \cdot V \partial L$$

Quer dizer, a perda de carga em regime viscoso é proporcional à velocidade do fluido. Em regime turbulento, o coeficiente de atrito é função do número de Reynolds e depende da rugosidade relativa das condutas. Na literatura, encontram-se citadas diversas fórmulas que permitem calcular esse coeficiente mas, o mais prático, é determinar por meio de gráficos em que o valor do coeficiente de atrito é dado em função do número de Reynolds, para diferentes valores de rugosidade relativa (Unit Operation — fig. 125—p. 140).

Como observou C. E. Lapple, a fórmula de Darcy mostra que a perda de carga é o produto de 2 factores:

$$H = \frac{4\,f\,L}{D} \times \frac{V^2}{2\,g}$$

À altura representada pelo 2.º factor $\frac{V^2}{2g}$ dá-se o nome de unidade de perda de carga e ao número $\frac{4\,f\,L}{D}$ o nome de número de unidades de perda de carga [1] e representa-se, respectivamente, por U_c e N_c:

$$U_c = \frac{V^2}{2g}$$

$$N_c = \frac{4\,f\,L}{D}$$

Resulta então:

$$H = U_c \cdot N_c$$

A perda de carga é igual a uma unidade quando $N_c = 1$, isto é, quando:

$$\frac{4\,f\,L}{D} = 1$$

ou

$$\left(\frac{L}{D}\right)_u = \frac{1}{4\,f}$$

e que representa a relação entre o comprimento e o diâmetro duma conduta na qual a perda de carga tem o valor unitário. Como observou o mesmo autor, pode considerar-se com suficiente aproximação, em regime turbulento:

$f = 0{,}0055$ ..... para líquidos ($5 \times 10^3 < N < 10^6$)

e

$f = 0{,}0035$ ..... para gases ($5 \times 10^3 < N < 10^6$)

Nestas condições, resulta:

$$\left(\frac{L}{D}\right)_u = 45 \text{ ..... para líquidos}$$

$$\left(\frac{L}{D}\right)_u = 70 \text{ ..... para gases}$$

Quer dizer, em primeira aproximação, pode considerar-se que o comprimento, medido em diâmetros da conduta, que corresponde a uma perda de carga igual a uma unidade de perda de carga é 45 no caso de líquidos e 70 no caso de gases.

---

[1] As quais, referidas à unidade de peso do fluido, representam a perda de carga.

[1] O que está de acordo com a tendência moderna de calcular o valor duma grandeza pelo produto de 2 factores. É, por exemplo, o cálculo da altura de uma torre de enchimento pelo método do H. T. U.

II — Os Princípios da Termodinâmica e a Equação de Bernouilli generalizada

No caso do movimento de fluidos, a expressão que traduz o princípio da conversão de energia escreve-se:

$$\delta \mathcal{Z} + \delta Q = \delta U + \delta (pv) + \delta W_p + \delta W_c \quad (II.1)$$

em que:

- $\delta \mathcal{Z}$ ... trabalho mecânico elementar trocado entre o fluido e o dispositivo termodinâmico onde circula
- δQ ... quantidade elementar de calor trocada entre o fluido e o mesmo dispositivo
- δU ... variação da energia interna do fluido
- $\delta (pv)$ ... trabalho de deslocamento
- δW_p ... variação de energia potencial
- δW_c ... variação de energia cinética

É de notar que o trabalho de deslocamento que se designa vulgarmente por energia pv ou energia de pressão, representa o trabalho exercido entre as diferentes partes do fluido pelo facto de este estar em movimento. No caso do fluido evoluir num dispositivo termodinâmico fechado, essa parcela não existe pois não ha deslocamento (embora possa haver variação de pressão e de volume a qual dá origem a um trabalho: $\delta \mathcal{Z} = -p \delta v$).

Sob o ponto de vista prático, convém transformar aquela expressão, o que se pode fazer pela aplicação sucessiva dos 2 princípios da termodinâmica.

Como a energia interna é uma função de estado, a sua variação depende apenas das condições iniciais e finais; é independente da transformação seguida pelo sistema. Podemos, então considerar uma transformação reversível $\widehat{AB}$, em dispositivo termodinâmico fechado, que conduza o sistema das mesmas condições iniciais às mesmas condições finais, da transformação irreversível em estudo. Representando esta por $\widehat{1\,2}$, vem:

$$(\delta U)_{12} = (\delta U)_{AB} = \delta Q_{AB} - (p \delta v)_{AB}$$

como resulta do 1.º princípio da termodinâmica. Substituindo na equação (II.1), resulta:

$$\delta \mathcal{Z} + \delta Q_{12} = \delta Q_{AB} - (p \delta v)_{AB} + \\ + \delta (pv) + \delta W_p + \delta W_c$$

Como $\delta (pv)$ é uma diferencial exacta, vem:

$$\delta (pv)_{12} = \delta (pv)_{AB} = (p\,dv)_{AB} + (v \delta p)^{AB}$$

donde:

$$\delta \mathcal{Z} + \delta Q_{12} = \delta Q_{AB} + (v \delta p)_{AB} + \delta W_p + \delta W_c \quad (II.2)$$

Note-se que a quantidade elementar:

$$(v \delta p)_{AB}$$

é calculada ao longo da transformação reversível equivalente, em dispositivo termodinâmico fechado.

Por outro lado, do 2.º princípio da termodinâmica tem-se:

$$T \delta S \geqslant \delta Q$$

em que dQ é a quantidade elementar de calor posta em jogo numa transformação real. Se a transformação for reversível, verifica-se o sinal de igualdade:

$$T \delta S = \delta Q$$

Utilizando a nomenclatura de Clausius, a quantidade elementar de calor posta em jogo numa transformação real iguala o valor de $T \delta S$ (valor compensado da transformação) menos uma parcela, essencialmente positiva, representativa das perdas por irreversibilidade. Representando esta parcela por δP, vem:

$$(\delta Q)_{12} = T \delta S - \delta P$$

em que a quantidade elementar $T \delta S$ é considerada na transformação reversível equivalente. Então:

$$T \delta S = (\delta Q)_{AB}$$

donde:

$$(\delta Q)_{12} = (\delta Q)_{AB} - \delta P$$

Substituindo na expressão (II.2), resulta finalmente:

$$\delta \mathcal{Z} = (v \delta p)_{AB} + \delta W_p + \delta W_c + \delta P \quad (II.3)$$

Esta expressão que designaremos por equação fundamental vem citada na literatura como equação de Bernouilli generalizada. Como acentuámos, a quantidade elementar:

$$(v \delta p)_{AB}$$

deve ser calculada ao longo da transformação reversível equivalente. É este pormenor que a generalização «a priori» da equação de Bernouilli não permite prever e que é evidenciado pela aplicação dos princípios da termodinâmica.

A energia cinética é, como se sabe, definida pela relação:

$$W_c = \frac{1}{2} \cdot (\partial m) \cdot v^2$$

sendo v a velocidade local da partícula de massa (∂m). Muitas vezes, na prática, substitui-se essa velocidade pela velocidade média V o que, aliás, não é legitimo. No caso do movimento turbulento, em virtude da lei da distribuição das velocidades v (fig. 1), o erro que se comete é desprezível e, por isso, pode usar-se:

$$W_c = \frac{1}{2} m V^2$$

No entanto, no caso do movimento viscoso, atendendo à lei da distribuição de v (fig. 1) torna-se mais aproximado considerar a expressão da energia cinética como:

$$W_c = m V^2$$

Nestas condições, é mais geral escrever-se:

$$W_c = \frac{\alpha m V^2}{2}$$

em que:

$\alpha \simeq 2 \ldots\ldots$ movimento laminar
$\alpha \simeq 1 \ldots\ldots$ movimento turbulento

Na prática, é costume referir cada uma das parcelas que figuram nessa equação ou à unidade de massa ou à unidade de peso ou ainda, à unidade de volume do fluido que circula.

Para distinguir esses três casos afectam-se as grandezas de 1 traço, 2 traços ou um asterisco conforme estiverem referidas à unidade de massa, à unidade de peso ou à unidade de volume. Teremos, assim:

a) referidas à unidade de massa:

$$\overline{\partial Z} = (\overline{v}\,\partial p)_{AB} + \partial \overline{W}_p + \partial \overline{W}_c + \partial \overline{P} \quad \text{(II.4)}$$

em que:

$\overline{v} \ldots$ volume específico

A dimensão de cada parcela é a do quadrado duma velocidade:

$$\left[\frac{\text{energia}}{\text{massa}}\right] = M L^2 T^{-2} M^{-1} = L^2 T^{-2}$$

b) referidas à unidade de peso:

$$\overline{\overline{\partial Z}} = (\overline{\overline{v}}\,\partial p)_{AB} + \partial \overline{\overline{W}}_p + \partial \overline{\overline{W}}_c + \partial \overline{\overline{P}} \quad \text{(II.5)}$$

em que:

$\overline{\overline{v}} \ldots$ inverso do peso específico (volume da unidade de peso)

A dimensão de cada parcela é a de um comprimento:

$$\left[\frac{\text{energia}}{\text{massa}}\right] = F \cdot L \cdot F^{-1} = L$$

$\partial \overline{\overline{P}}$ representa, então, a perda de caga ∂H

c) Referidas à unidade de volume:

$$\partial Z^* = (\partial p)_{AB} + \partial W^*_p + \partial W^*_c + \partial P^* \quad \text{(II.6)}$$

A dimensão de cada parcela é a de uma pressão:

$$\left[\frac{\text{energia}}{\text{volume}}\right] = F \cdot L \cdot L^{-3} = FL^{-2}$$

É a esta grandeza ∂P^* que, na designação corrente da Dinâmica dos Fluidos, se dá o nome de perda de pressão.

Nota-se que os conceitos de perda de pressão e diminuição de pressão não são equivalentes, embora, por vezes, os seus valores sejam iguais. Assim, por exemplo, se um líquido circular numa conduta horizontal ($\partial W_p = 0$), de secção recta constante ($V =$ constante e, portanto, $\partial W_c = 0$) e se nessa conduta não existir nenhuma bomba, turbina... ($\partial Z = 0$), a expressão (II.6) escreve-se:

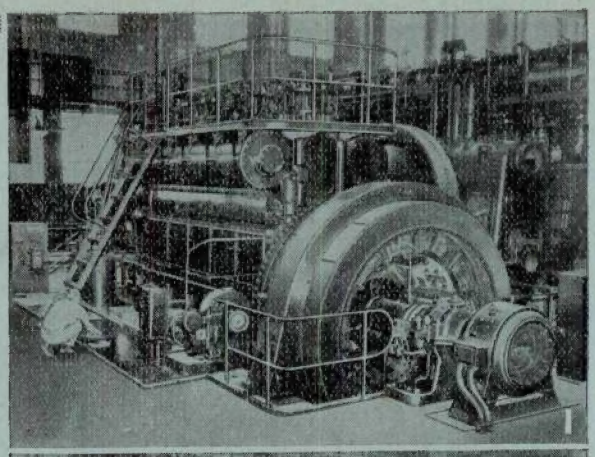
$$(\partial p)_{AB} + \partial P^* = O$$

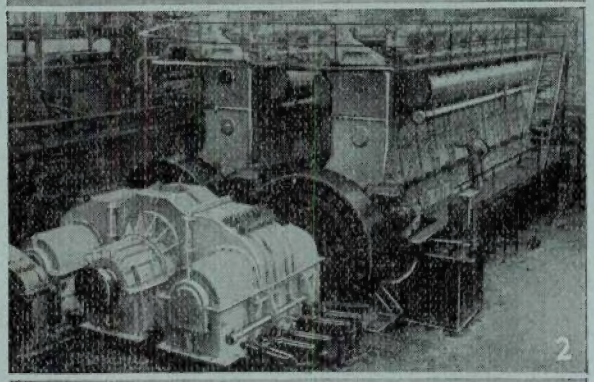
ou integrando:

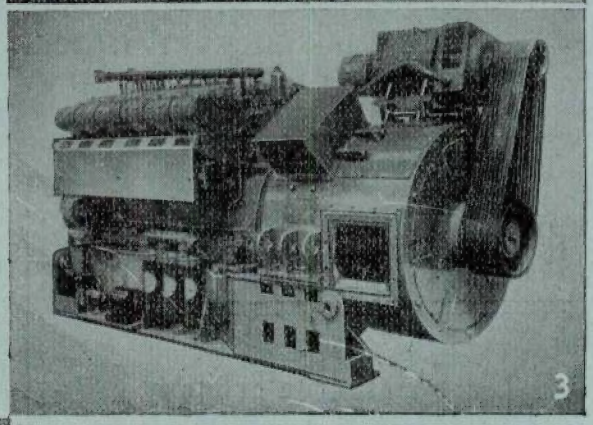
$$-\Delta p = P^*$$

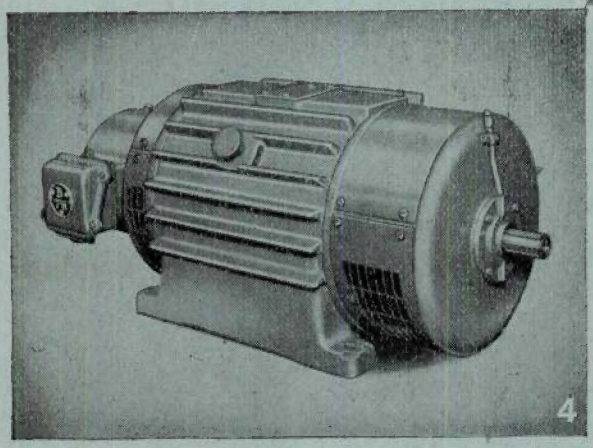
EQUIPAMENTO ELÉCTRICO para Grupos Diesel

Os engenheiros da BTH fizeram um estudo especial dos problemas ligados com grupos Diesel e estão em excelentes condições para poder colaborar com os construtores de motores Diesel no fornecimento de equipamento que vá ao encontro das necessidades de cada instalação.









1 *Alternador BTH accionado directamente por um motor Diesel.*

2 *Dois motores Diesel marítimos, ligados por engrenagem a um único veio, por meio de embraiagem electro-magnética BTH e caixas de engrenagem de pinhão duplo da BTH.*

3 *Grupo motor-gerador BTH para locomotiva Diesel-eléctrica.*

4 *Alternador BTH «Stavolt» de regulação fina para usar com pequenos motores Diesel e para fornecer energia em corrente alterna até 5 KW.*

THE BRITISH THOMSON-HOUSTON COMPANY LIMITED, RUGBY, ENGLAND

Member of the AEI group of companies

A 4660

REPRESENTANTES GERAIS

GENERAL ELECTRIC PORTUGUESA

RUA DO NORTE, 5
LISBOA

RUA SÁ DA BANDEIRA, 585
PORTO

OFICINAS E LABORATÓRIOS
DO
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

MÁRMORES

aos melhores preços

Em todas as aplicações

A MAIOR PRODUÇÃO DO PAÍS

Pedidos à

Sociedade dos Mármores de Portugal, L.da

Rua de S. Domingos de Benfica, 63

LISBOA

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA
LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 63649
PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 — TEL 21277

III — Transporte de Líquidos

Os líquidos podem ser considerados como fluidos incompressíveis (div V = O). Em canalizações de secção recta uniforme, a velocidade linear é constante e o número de Reynolds N:

$$N = \frac{D\,V\,\rho}{\mu}$$

pode considerar-se, pràticamente, constante visto serem desprezíveis as variações de μ. Nestas condições, a perda de carga:

$$\overline{\overline{\partial P}} = \partial H = \frac{f}{r}\,\frac{V^2}{2g}\,\partial L$$

é independente da variação da pressão e da energia cinética. Deste modo, a integração da equação fundamental:

$$\partial Z = (v\,\partial p)_{AB} + \partial W_p + \partial W_c + \partial P$$

é imediata, resultando:

$$Z = v\,\Delta p + \Delta W_p + \Delta W_c + P \quad \text{(III.1)}$$

ou, referida à unidade de peso:

$$\overline{\overline{Z}} = \overline{\overline{v}}\,\Delta p + \Delta h + \frac{\alpha\,\Delta V^2}{2g} + \frac{f}{r}\,\frac{V^2}{2g}\,.\,L \quad \text{(III.2)}$$

Esta expressão (III.2) permite resolver todos os problemas relativos a transporte de líquidos.

IV — Transporte de gases

Os gases são fluidos compressíveis (div V $\gtrless$ O). O caudal em volume (e, portanto, a velocidade) depende da pressão e da temperatura. Por isso, é mais cómodo considerar-se o caudal em massa em vez da velocidade linear:

$$V = \frac{q}{S} = \frac{m}{\rho\,.\,S} = G\bar{v}$$

em que:

m . . . caudal em massa

G . . . caudal em massa, por unidade de secção recta

$\bar{v} = \frac{1}{\rho}$ . . . volume específico

A expressão do número de Reynolds toma, portanto, a forma:

$$N = \frac{D\,\rho\,V}{\mu} = \frac{D.\,G.}{\mu}$$

na qual o denominardor não é constante visto μ depender da pressão e da temperatura, em cada ponto. No entanto, o coeficiente de atrito pode, em regime turbulento, ser considerado constante ao longo da canalização. Na verdade, mesmo na região de turbulência média, uma variação de 100 % no número de Reynolds corresponde apenas a uma variação de 15 % no valor do coeficiente de atrito. Nestas condições, a perda de carga:

$$\overline{\overline{\partial P}} = \partial H = \frac{f}{r}\,.\,\frac{V^2}{2g}\,.\,\partial L$$

$$= \frac{f}{r}\,.\,\frac{G\bar{v}^2}{2g}\,.\,\partial L$$

depende da lei de variação da pressão e da energia cinética. Por isso, a integração da equação fundamental é muito mais complicada. Antes de passarmos ao seu estudo vamos considerar os transportes dos gases, em condições ideais, isto é, supondo que são nulas as perdas de atrito.

IV.) *Transporte Isotérmico, sem perda de energia*

Nestas condições, e admitindo que as variações de energia potencial têm efeito desprezível sobre o movimento dos gases, (1) a equação fundamental escreve-se:

$$O = \bar{v}\,\partial p + \partial \overline{W_c} \quad \text{(III.1)}$$

supondo que não há ventiladores nem compressores instalados nas canalizações. Consideremos a conduta ligada a um reservatório suficientemente grande para podermos admitir constantes as condições nesse reservatório e nula a velocidade do fluido. Afectando dum índice *o* as grandezas definidas em relação ao reservatório, sejam p, $\bar{v}$ e V, respectivamente, a pressão, o volume específico e a velocidade média num ponto corrente da conduta.

---

(1) É o caso de não existirem potências elevadas, como sucede no movimento de gases sujeitos apenas ao campo da gravidade.